



جمهورية مصر العربية
وزارة الموارد المائية والرى
المركز القومى لبحوث المياه

الكود المصرى
للموارد المائية وأعمال الرى

المجلد الثانى

إدارة شبكات الرى والصرف
(الجزء الثانى)

اللجنة الدائمة

لإعداد الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى

الطبعة الأولى
عام ٢٠٠٣

تقديم

لما كان الماء هو عصب الحياة وركيزة تقدم الشعوب وأنه ندرة فى منطقتنا العربية ويزيد الطلب عليه يوماً بعد يوم فقد وجب علينا أن نرفع دوماً من كفاءة إدارته لنعظم عوائده ونحد من فوائده.

لذلك رأت وزارة الموارد المائية والرى إعداد هذا الكود ليكون دستوراً للعمل ودليلاً يهتدى به ويحتكم إليه. ولقد راعت الوزارة فى إعدادة أن يضم نظاماً موحدة لإدارة شبكات الرى والصرف وتنفيذ مشروعاتها، وأن يكون شاملاً لأعمال حماية وتنمية السواحل البحرية، وأن يتضمن تحديداً لأساليب الإختبار والمعايير القياسية الخاصة بتصميم وتنفيذ الأعمال وإختبار مواد الإنشاء فضلاً عن تضمينه ضوابط لأحكام الرقابة على كافة الأعمال الإنشائية، وعلى أعمال إدارة شبكات الرى والصرف، والأعمال الميكانيكية والكهربية، وأعمال حماية الشواطئ، وفى نفس الوقت يشكل مرجعاً يحتكم إليه فى حسم أى خلافات قد تنشأ بين أجهزة الوزارة والمتعاملين معها من وزارات وهيئات وأفراد. وأن يكون عاملاً للحد من الأخطار حماية للمجتمع وللعاملين فى هذا المجال.


وقد شارك فى إعداد هذا الكود نحو ثمانين متخصصاً من الأساتذة وكبار المهندسين من ذوى الخبرات الطويلة المشهود لهم فى مجال أعمال الوزارة سواء من داخلها أو من الجامعات المصرية المختلفة. ولقد تحررنا قبل إصدار هذا الكود أقصى درجات التدقيق كما تم طرحه على مجتمع مستخدمي المياه وعلى مختلف القطاعات العاملة فى المجالات ذات الصلة بموضوعاته طلباً لمشورتهم ومقترحاتهم فى مضمونه، وتم الإسترشاد بما تلقيناه منهم جميعاً من مقترحات بناءة ومفيدة.

ونأمل أن يساهم هذا الكود فى رفع مستوى الأداء لتعظيم الفائدة من مواردنا المائية.

والله نسأل أن يلهمنا جميعاً سواء السبيل وأن يرشدنا لما فيه الخير لأمتنا ولوطننا العزيز.

وبالله التوفيق.

وزير الموارد المائية والرى



أستاذ دكتور مهندس / محمود عبدالحليم أبو زيد



قرار وزاري

رقم (٣٥٠) لسنة ٢٠٠٣

في شأن

وضع أسس التصميم وشروط

التنفيذ بالنسبة لأعمال الموارد المائية ومتطلبات الري والصرف

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

- بعد الاطلاع على القانون رقم (٦) لسنة ١٩٦٤ بشأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء .
- وعلي القرار الوزاري رقم ١٤٨ لسنة ١٩٩١ الصادر من وزير الأشغال العامة والموارد المائية بخصوص تشكيل اللجنة العليا للتنسيق بشأن إعداد الكود المصري في مجال أنشطة وزارة الأشغال العامة والموارد المائية .
- وعلي القرار الوزاري رقم ٢٨٥ لسنة ١٩٩١ الصادر من وزير الأشغال العامة والموارد المائية بشأن تشكيل اللجان الفرعية المختصة بإعداد بنود الكود المصري لأعمال الموارد المائية ومتطلبات الري والصرف .
- وعلي القرار الوزاري رقم ٣١٢ لسنة ١٩٩٣ الصادر من وزير الأشغال العامة والموارد المائية بشأن تشكيل اللجنة الفرعية التخصصية لأعداد بنود الكود المصري في مجال حماية الشواطئ .
- وعلي القرار الوزاري رقم ٢٣٨ لسنة ١٩٩٤ الصادر من وزير الأشغال العامة والموارد المائية المتضمن تشكيل اللجنة الدائمة للكود المصري لأعمال الموارد المائية ومتطلبات الري والصرف .
- وعلي كتاب السيد الدكتور وزير الموارد المائية والري .



جمهورية مصر العربية

وزارة

الإسكان والمرافق والمجمعات العمرانية

مكتب الوزير

الرقم البريدي: ١١٥١٦

قرار

- مادة (١): يتم العمل بأسس تصميم وشروط تنفيذ جميع أعمال الموارد المائية ومتطلبات الري والصرف والمرافق بهذا القرار.
- مادة (٢): تلتزم الجهات المعنية والمذكورة في القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ بتنفيذ ما جاء بهذا القرار.
- مادة (٣): تتولى اللجنة الدائمة المشكلة لهذا الغرض بوزارة الموارد المائية والري إقتراح التعديلات التى تراها لازمة بهدف التحديث كلما دعت الحاجة لذلك .. وتعتبر التعديلات بعد إصدارها جزءاً لا يتجزأ منه.
- مادة (٤): تتولى وزارة الموارد المائية والري نشر ما جاء بهذه الأسس والتعريف بها والتدريب عليها.
- مادة (٥): ينشر هذا القرار فى الوقائع المصرية ويعتبر نافذاً من تاريخ النشر.

وزير الإسكان والمرافق

والمجمعات العمرانية

(م/ محمد إبراهيم سليمان)

مصر في ٢٠٣/١٢/٢٠٢٠
ص

شكر وعرفان

بسم الله الرحمن الرحيم

"وقالوا الحمد لله الذى هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله ."

صدق الله العظيم

بإتمام هذا العمل الكبير الذى بدأته نخبة متميزة من العلماء الأجلاء ومن كبار مهندسى الرى المصرى منذ ما يربو على العشر سنوات تواكبت فيها جهودهم الخالصة مع فكرهم الخلاق وفى إطار من التفاتى والمثابرة والتصميم ليضعوا الأسس والمعايير للأجيال القادمة لتنظيم ولضبط ولترشيد إستخدام المياه ... تكون هذه النخبة قد خطت بمصرنا إلى عهد جديد يتسم بتأصيل المعرفة فى التعامل مع أهم مورد فى الحياة حياتنا به الله . فلهم كل الشكر والثناء على ما قدموه لوطنهم من عطاء ، والله على حسن مثوبتهم لقدير .

وبما أن الفضل يجب أن يرد إلى صانعيه .. فيتوجب علينا أن نذكر بكل العرفان والتقدير كل من آزرنا هذا العمل وهياؤوا له سبل الإجاز . فما كان لهذا العمل أن يبدأ دون إشارة البدء التى أطلقها السيد المهندس الكبير الوزير/ عصام عبدالحميد راضى الذى سارع بالإستجابة وب توفير كافة الإمكانيات له وبذلك إستحق وبكل الحق فضل قيادة هذا العمل .. كذلك كان للزميل العزيز الأستاذ الدكتور الوزير / محمد عبدالهادى راضى طيب الله ثراه مآثره ، فلقد كان لجهد وفكره الثاقب أعظم الأثر فى التخطيط البناء له وذلك عندما شغل عضوية أول تشكيل للجنة تنسيق الكود كما كان لرعايته الدائمة له عندما تقلد منصب رئاسة وزارة الأشغال العامة والموارد المائية أبعد الأثر لدفع العمل لأعلى المستويات ... وأخيراً وليس آخراً لا بد أن ننوه بالدعم الكبير الذى قدمه ويقدمه الأستاذ الدكتور الوزير/ محمود عبدالحليم أبو زيد الذى قيد الله أن يتم فضله وأن تتم الطبعة الأولى لكود الموارد المائية وأعمال الرى بحسن توجيهه وبفضل إرشاده .
وقل إعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون .

"ربنا لا ترغ قلوبنا بعد إذ هديتنا" "ربنا هيئ لنا من أمرنا رشدا"

يونيو ٢٠٠٣

مقرر لجنة تنسيق

الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى



أ.د/ أحمد عبدالوهاب خفاجى

أسماء السادة المشاركين في إعداد الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الري

أعد هذا الكود بمعرفة اللجان التالية:

أولاً: اللجنة الدائمة للكود المصرى للموارد المائية وأعمال الري

ثانياً: لجنة تنسيق الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الري

ثالثاً: اللجان التخصصية وهى:

١. لجنة إدارة شبكات الري والصرف
٢. لجنة المنشآت المدنية للري والصرف
٣. لجنة الأعمال الميكانيكية والكهربائية للري والصرف
٤. لجنة تقنيات حماية الشواطئ البحرية

****** وقد تشكلت اللجنة الدائمة برئاسة السيد الدكتور الوزير واشترك فى عضويتها منذ بدء تشكيلها للمرة الأولى وحتى تشكيلها الحالى - السادة الأتية أسماؤهم طبقاً للترتيب الأبجدي وهم:

مقررأ

أ.د/ أحمد عبد الوهاب خفاجى

أ.د/ أحمد فخرى خطاب

م/ احمد جابر بركات

م/ أنور محمد حجازى

م/ حسين سعيد علوان

أ.د/ سعد ابراهيم الخوالقة

أ.د/ شارل شكرى سكلا

أ.د/ طلعت محمد عويس

أ.د/ عبد الرحمن صادق بازرة

مقررأ

أ.د/ عبد الرحمن حلمى الرملى

م/ عبد الغنى حسن السيد

أ.د/ محمد بهاء الدين أحمد

أ.د/ محمد فائق عبد ربه

أ.د/ محمد مصطفى عطعوط

م/ محمود سعد الدين الجندى

أ.د/ مصطفى توفيق جاويش

م/ مصطفى محمود القاضى

أ.د/ منى مصطفى القاضى

م/ نبيل فوزى ناشد

أ.د/ نزيه أسعد يونان

**** شغل عضوية لجنة التنسيق منذ بدء تكوينها وحتى تشكيلها الحالي كل من السادة الآتية
أسماءهم طبقاً للترتيب الأبجدي:**

أ.د/ أحمد عبد الوهاب خفاجى

مقررأ

أ.د/ أحمد فخرى خطاب

أ.د/ عبد المعطى حسن هيكل

أ.د/ محمد رفيق عبد البارى

أ.د/ محمد عبد الهادى راضى

أ.د/ مصطفى توفيق جاويش

(أمانة فنية)

د.م/ محمد إسماعيل أبو خشبة

(أمانة فنية)

د.م/ ياسر عبد العزيز الحاكم

أسماء السادة المشاركين فى إعداد المجلدين الأول والثانى

* * ساهم فى إعداد المادة العلمية لهذين المجلدين وحققها وراجعها وصاغها كل من السادة الآتية
أسماءهم- طبقاً للترتيب الأبجدي:

مقررأ

م/ أنور محمد حجازى
م/ ثروت حسن فهمى
م/ حافظ أحمد المحلاوى
م/ خليل إبراهيم عمر
أ.د/ سامية محمود الجندى
أ.د/ سعد إبراهيم الخوالقه
أ.د/ شادن توفيق عبد الجواد
أ.د/ شارل شكرى سكلا
أ.د/ ضياء الدين أحمد القوصى
أ.د/ طلعت محمد عويس
أ.د/ عبدالله صادق بازرة
أ.د/ عبد الفتاح حبيب
أ.د/ علاء الدين أحمد ياسين
أ.د/ فاروق مصطفى عبد العال
أ.د/ فؤاد زكى الشيبينى
م/ محمد أمين مخلوف
أ.د/ محمد رفيق عبد البارى
أ.د/ محمد صفوت عبد الدايم
أ.د/ محمد فوزى فراج
م/ مصطفى محمود القاضى
أ.د/ منى مصطفى القاضى
أ.د/ محمد عبد الهادى راضى
م/ محمد مسعد إبراهيم
م/ محمود محمد على
م/ نادى سليم غبريال
أ.د/ نزيه أسعد يونان

الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى

يقع الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى فى سبعة مجلدات هى على النحو التالى:

المجلد الأول : إدارة شبكات الرى والصرف (الجزء الأول) ويشمل:

مقدمة	: تقديم لمرفق الرى و الصرف، وأجهزة الوزارة، ومسئولياتها
الباب الأول	: رى الأراضي الزراعية
الباب الثانى	: صرف الأراضي الزراعية

المجلد الثانى : إدارة شبكات الرى والصرف (الجزء الثانى) ويشمل:

الباب الثالث	: التوسع الأفقى
الباب الرابع	: تنمية الموارد المائية
الباب الخامس	: أعمال الصيانة
الباب السادس	: إدارة هيدرولوجيا السيول
الباب السابع	: الأعمال المساحية

المجلد الثالث : المنشآت المدنية للرى والصرف (الجزء الأول) ويشمل:

الباب الأول	: شبكات الرى المبطنة
الباب الثانى	: المنشآت المائية المتقاطعة
الباب الثالث	: المفيضات والمصببات
الباب الرابع	: الهدارات
الباب الخامس	: القناطر والبوابات
الباب السادس	: السدود
الباب السابع	: الأهوسة الملاحية
الباب الثامن	: محطات توليد القوى الكهرومائية

المجلد الرابع : المنشآت المدنية للرى والصرف (الجزء الثانى) ويشمل :

الباب التاسع :	محطات الطلمبات
الباب العاشر :	الآبار
الباب الحادى عشر :	الكبارى
الباب الثانى عشر :	الأنفاق
ملحق م ١ :	خرسانة المنشآت المائية

المجلد الخامس : الأعمال الميكانيكية للرى والصرف ويشمل:

الباب الأول :	المضخات
الباب الثانى :	محركات الإحتراق الداخلى
الباب الثالث :	معدات نقل الحركة والقدرة
الباب الرابع :	المحابس والبوابات
الباب الخامس :	الوقاية الميكانيكية والكيماوية والحماية الكاثودية
الباب السادس :	اختبار واختيار المواد
الباب السابع :	المعدات الميكانيكية لصيانة المجارى المائية
الباب الثامن :	معدات الرى المتطور
الباب التاسع :	معدات مراقبة نوعية المياه فى المجارى المائية

المجلد السادس : الأعمال الكهربائية للرى والصرف ويشمل:

الباب الأول :	المحركات الكهربائية
الباب الثانى :	المحولات الكهربائية وملحقاتها
الباب الثالث :	المفاتيح وتركيبات التوصيلات الكهربائية والوقاية الكهربائية
الباب الرابع :	دوائر وأجهزة التحكم فى المحركات الكهربائية
الباب الخامس :	شروط تنفيذ الأعمال الكهربائية
الباب السادس :	منظومات طوارئ التغذية الكهربائية
الباب السابع :	التأريض
الباب الثامن :	معدات الرى التى تعمل بالكهرباء

المجلد السابع: تقنيات حماية الشواطئ البحرية ويشمل:

- | | |
|--------------|---|
| الباب الأول | : العوامل الطبيعية المؤثرة على المنطقة الساحلية والشاطئية |
| الباب الثاني | : البحوث والدراسات الحقلية وأعمال النماذج الهيدروليكية الطبيعية والرياضية |
| الباب الثالث | : تخطيط منشآت حماية الشواطئ وتأثيرها على المنطقة الشاطئية |
| الباب الرابع | : تصميم منشآت الحماية |
| الباب الخامس | : منشآت حماية الشواطئ وصيانتها |

فهرس المجلد الأول إدارة شبكات الري والصرف (الجزء الأول)

مقدمة

١	أولاً: مرفق الري والصرف
١	أ - موجز تاريخ الري في مصر
٣	ب - الأعمال الصناعية الرئيسية على نهر النيل
٦	ج - مشروعات التوسع الزراعى على مياه السد العالى
٩	د - المشروع القومي لتطوير الري
٩	هـ - موجز تاريخ الصرف في مصر
ثانياً: التشريعات الخاصة بالري والصرف والملاحة النهرية وحماية النيل	
١٠	والمجارى المائية من التلوث
١٠	قانون الري والصرف ١٢ لسنة ١٩٨٤
١٠	الباب الأول: الأملاك العامة والخاصة
١١	الباب الثانى: تصاريح الري
١٢	الباب الثالث: حقوق وواجبات المنتفعين وحقوق الارتفاق
١٥	الباب الرابع: آلات رفع المياه
١٦	الباب الخامس: الري بالرفع وبالراحة
١٦	الباب السادس: حماية الري والملاحة والشواطئ
١٦	الباب السابع: المخالفات والعقوبات
١٧	الباب الثامن: الأحكام العامة والختامية
١٩	ملخص لقانون الري والصرف رقم ١٢ لسنة ١٩٨٤
٢٣	قانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ فى شأن حماية نهر النيل والمجارى المائية من التلوث
٢٨	ثالثاً: أجهزة إدارة المرفق ومسئولياتها
٣٩	الخبرة العملية للوظائف الهندسية المختلفة بوزارة الموارد المائية والري
٥٠	رابعاً: شبكة الري والصرف والمنشآت المقامة عليها

الباب الأول : ري الأراضي الزراعية

١-١	١-١ مناوبات الري والسدة الشتوية
٩-١	٢-١ فتحات الري (تصميمها ومواصفاتها)
١٤-١	٣-١ التعامل مع المياه
١٤-١	١-٣-١ قياس تصرفات المجارى المائية
٢٣-١	٢-٣-١ المعايير
٢٣-١	١-٢-٣-١ مقدمة
٢٦-١	٢-٢-٣-١ معايرة القناطر
٢٦-١	١-٢-٢-٣-١ المرحلة الأولى (ميدانية)
٣٣-١	٢-٢-٢-٣-١ المرحلة الثانية (إيجاد معادلة التصرف)
٤٤-١	٣-٢-٢-٣-١ المرحلة الثالثة
٧٠-١	٣-٢-٣-١ نظرية المحددات Determinants Theory
٧٠-١	١-٣-٢-٣-١ محدد الدرجة الثالثة
٧٢-١	٢-٣-٢-٣-١ إيجاد المعادلات الإنشائية للآباك باستخدام المحددات
٧٧-١	٤-٢-٣-١ معايرة التدفق بدلالة السرعة
٨٩-١	٥-٢-٣-١ طريقة إستخدام آباك معايرة قنطرة فى حالة الفتحة المغمورة

٩١-١	٦-٢-٣-١ معايرة الهدارات
٩٥-١	٣-٣-١ إجراء الموازنات على القناطر وتسجيل بياناتها وتأمين الملاحه أمامها وخلفها
٩٧-١	٤-٣-١ الإحتياجات المائية والفاقد والمكتسب
٩٧-١	١-٤-٣-١ الإحتياجات المائية
١٠٢-١	٢-٤-٣-١ الفاقد والمكتسب Gain and Loss
١٠٧-١	٤-١ توزيع المياه
١١٠-١	١-٤-١ مشروع التليمترى
١٢٦-١	٢-٤-١ المياه المتاحة وأساليب إستخدامها

الباب الثانى : صرف الأراضي الزراعية

١-٢	١-٢ المصطلحات المستخدمة في مجال الصرف الحقلى
٥-٢	٢-٢ خصائص التربة المرتبطة بالصرف
٧-٢	٣-٢ المباحث الأولية والدراسات الحقلية (FEILD INVESTIGATIONS)
٧-٢	١-٣-٢ انواع الخرائط المساحية المستخدمة
٨-٢	٢-٣-٢ مواقع إجراء القياسات وجمع الأرصاد
٩-٢	٣-٣-٢ الأدوات المستخدمة فى المباحث الحقلية
١٠-٢	٤-٣-٢ المشاهدات والبيانات الحقلية المطلوبة
١١-٢	٥-٣-٢ فحص وجمع عينات التربة والمياه
١١-٢	٦-٣-٢ قياس نفاذية التربة فى الحقل Hydraulic Conductivity Measurement
١٤-٢	٧-٣-٢ قياس معامل النفاذية للتربة متعددة الطبقات
١٨-٢	٨-٣-٢ قياس عمق الماء الأرضى : Water Table Depth
١٨-٢	٩-٣-٢ قياس ضغط الماء الأرضى Pressure head
٢٠-٢	١٠-٣-٢ قياس ملوحة وقلوية الماء فى الحقل
٢٠-٢	٤-٢ التحليلات المعملية LABORATORY ANALYSIS
٢٦-٢	٥-٢ تخطيط شبكات الصرف الحقلى المغطى
٢٦-٢	١-٥-٢ تحليل وتوقيع نتائج المباحث الأولية
٢٧-٢	٢-٥-٢ أولويات تنفيذ مشروعات الصرف المغطى
٢٨-٢	٣-٥-٢ شكل ومواصفات شبكة الصرف المغطى
٣٠-٢	٤-٥-٢ إندارات المصارف
٣٠-٢	٦-٢ تصميم شبكات الصرف المغطى
٣٠-٢	١-٦-٢ معايير الصرف التصميمية DRAINAGE CRITERIA
٣٧-٢	٢-٦-٢ المسافة بين المصارف DRAIN SPACING
٤٢-٢	٣-٦-٢ حساب أقطار مواسير الصرف
٤٤-٢	٧-٢ المواد المستخدمة فى شبكات الصرف المغطى
٤٥-٢	١-٧-٢ أنواع المواسير
٤٦-٢	٢-٧-٢ المواصفات القياسية للمواسير
٤٨-٢	٣-٧-٢ الوصلات والمشتراكات
٤٩-٢	٤-٧-٢ أنواع المرشحات المستخدمة فى شبكات الصرف المغطى
٥١-٢	٥-٧-٢ المواصفات القياسية للمرشحات والألياف
٥٣-٢	٦-٧-٢ الإختبارات القياسية للمرشحات
٦٥-٢	٨-٢ تنفيذ شبكات الصرف الحقلى
٦٥-٢	١٨-٢ الإعلان عن العمليات وإرساء العطاءات
٦٥-٢	٢٨-٢ الأعمال التحضيرية وتشوين المواد

٦٦-٢	..... ٣٨-٢ شروط ومواصفات ورشة تصنيع المواسير بالموقع
٦٦-٢	..... ٤٨-٢ تنفيذ الحفريات والمجمعات
٦٧-٢	..... ٥٨-٢ تركيب المشتركات وأعمدة الغسيل
٦٧-٢	..... ٦٨-٢ تنفيذ غرف التفتيش
٦٧-٢	..... ٩-٢ صيانة شبكات الصرف الحقلية
٦٧-٢	..... ١-٩-٢ تنظيم أعمال الصيانة
٦٨-٢	..... ٢-٩-٢ الصيانة الوقائية
٦٨-٢	..... ٣-٩-٢ معدات ومهمات الصيانة
٦٩-٢	..... ١٠-٢ إعادة تأهيل وإحلال وتجديد شبكات الصرف المغطى
٧١-٢	..... ١٠-٢ مؤشرات الحاجة إلى إعادة التأهيل أو الإحلال والتجديد
٧١-٢	..... ٢-١٠-٢ معايير أولويات أعمال الإحلال والتجديد
٧٣-٢	..... ٣-١٠-٢ تنفيذ أعمال الإحلال والتجديد
٧٣-٢	..... ٤-١٠-٢ التنظيم الإدارى لأعمال الإحلال والتجديد
٧٥-٢	..... ١١-٢ الصرف الرئيسى بإستخدام الآبار
٧٥-٢	..... ١-١١-٢ الظروف المناسبة لإستخدام الصرف الرأسى
٧٦-٢	..... ٢-١١-٢ الجدوى الفنية والاقتصادية للصرف الرأسى
٧٧-٢	..... ٣-١١-٢ المعادلات الأساسية
٨١-٢	..... ٤-١١-٢ أسلوب التصميم
٨٤-٢	..... ٥-١١-٢ الصيانة
أ،ب،ج	ملحق نظام الرى والصرف فى محافظة الفيوم

فهرس المجلد الثانى إدارة شبكات الري والصرف (الجزء الثانى)

الباب الثالث : التوسع الأفقى

- ١-٣ تخطيط وتصميم مجارى الري والصرف فى أراضى التوسع ١-٣
- ١-٣ الخرائط اللازمة لعمل الدراسات ١-٣
- ٢-٣ تحديد المساحات القابلة للزراعة فى منطقة المشروع ١-٣
- ٣-٣ تحديد المصدر الرئيسى للري والمصب النهائى لمياه الصرف ١-٣
- ٤-٣ تعديل محاور الترع والمصارف على الخرائط الكنتورية ٢-٣
- ٥-٣ حساب التصرف التصميمى للترع والمصارف طبقا للتركيب المحصولى للمنطقة ٢-٣
- ١-٣ التصرف التصميمى للترع ٢-٣
- ٢-٣ التصرف التصميمى للمصارف ٣-٣
- ٦-٣ تصميم القطاعات العرضية للترع ٤-٣
- ٧-٣ رسم القطاعات الطولية للترع والمصارف وتحديد مواقع الأعمال الصناعية عليها ١٠-٣
- ٨-٣ مراجعة قطاعات الترع المغذية للمنطقة وتعديلها طبقا للزام المضاف وكذلك المصرف الرئيسى ١٢-٣
- ٩-٣ تحديد مواقع وتصرفات ومقادير الرفع لطلومات الري والصرف اللازمة ١٣-٣
- ١٠-٣ حساب مكعبات الحفر والردم اللازمة للترع والمصارف ١٣-٣
- ١١-٣ مواصفات الحفر ونقل الأتربة ١٣-٣
- ١٢-٣ مواصفات الردم وحفر الإستعارة ١٤-٣
- ١٣-٣ استلام الحفر والردم وشروط قبول العجز ١٤-٣
- ١٤-٣ الحساب الختامى لأعمال الحفر والردم ١٥-٣
- ٢-٣ الري الحقلى وطرق الري الحديثة ١٥-٣
- ١-٢-٣ متطلبات وأسس تصميم طرق الري الحقلى ١٥-٣
- ١-٢-٣ البيانات الأساسية ١٥-٣
- ٢-٢-٣ الإحتياجات المائية ومقننات الري ١٨-٣
- ١-٢-٣ تعاريف أساسية ١٨-٣
- ٢-٢-٣ طرق تقدير الإستهلاك المائى ١٨-٣
- ١-٢-٣ تحديد الإستهلاك الفعلى للمحاصيل الرئيسية ١٨-٣
- ٢-٢-٣ الطرق التقديرية الحسابية ١٨-٣
- ٣-٢-٣ حساب أقصى الإحتياجات ٣٣-٣
- ٤-٢-٣ حساب كفاءات الري ٣٥-٣
- ٢-٢-٣ الأنواع المختلفة لطرق الري الحقلى ٣٦-٣
- ١-٢-٣ الري السطحى ٣٦-٣
- ١-٢-٣ مقدمة : ٣٦-٣
- ٢-١-٣ المعلومات اللازمة للتصميم ٣٧-٣
- ٣-١-٣ طرق توصيل مياه الري بالحقل ٣٧-٣
- ٤-١-٣ طرق توزيع مياه الري بالمزرعة ٣٩-٣
- ٥-١-٣ الأنواع المختلفة للري السطحى ٤١-٣
- ٦-١-٣ قياس تصرف مياه الري ٤٨-٣
- ٢-٣-٣ الري بالرش ٥١-٣
- ١-٢-٣ أنواع نظم الري بالرش ٥١-٣

٦٠-٣	٢-٢-٣-٢-٣ مكونات شبكة الري بالرش
٦٢-٣	٣-٢-٣-٢-٣ أسس تشغيل نظم الري بالرش
٦٦-٣	٤-٢-٣-٢-٣ قواعد وأسس تصميم الري بالرش
٧٣-٣	٥-٢-٣-٢-٣ خطوات تصميم نظم الري بالرش
٧٦-٣	٦-٢-٣-٢-٣ المرشحات
٨٤-٣	٣-٣-٢-٣ الري بالتنقيط
٨٤-٣	١-٣-٣-٢-٣ تعريف
٨٤-٣	٢-٣-٣-٢-٣ مميزات الري بالتنقيط
٨٤-٣	٣-٣-٣-٢-٣ المشاكل التي يمكن أن تنتج عن نظام الري بالتنقيط
٨٤-٣	٤-٣-٣-٢-٣ مكونات شبكة الري بالتنقيط
٨٤-٣	٥-٣-٣-٢-٣ تخطيط شبكة الري بالتنقيط
٨٥-٣	٦-٣-٣-٢-٣ البيانات الأساسية المطلوبة لتصميم شبكة ري بالتنقيط
٨٩-٣	٧-٣-٣-٢-٣ الاحتياجات المائية للري بالتنقيط
٩٢-٣	٨-٣-٣-٢-٣ الفواقد الهيدروليكية في حالة التدفق في المواسير
٩٤-٣	٩-٣-٣-٢-٣ أنواع المنقطات
٩٦-٣	١٠-٣-٣-٢-٣ طرق توزيع المنقطات حول الأشجار
٩٦-٣	١١-٣-٣-٢-٣ تصميم خطوط المنقطات
٩٨-٣	١٢-٣-٣-٢-٣ تصميم الخطوط الفرعية
٩٩-٣	١٣-٣-٣-٢-٣ تصميم الخطوط الرئيسية
٩٩-٣	١٤-٣-٣-٢-٣ إضافة الأسمدة لمياه الري
١٠٠-٣	١٥-٣-٣-٢-٣ الفلتر
١٠٩-٣	٤-٣-٢-٣ تقييم أداء نظام الري
١١٨-٣	٥-٣-٢-٣ حساب تكاليف نظام الري

الباب الرابع : تنمية الموارد المائية

١-٤	١-٤ نوعية المياه السطحية والتأثير على البيئة
١-٤	١-٤-١ التعاريف والمصطلحات الأساسية
٢-٤	٢-٤-١ عناصر نوعية المياه
٢-٤	١-٢-١-٤ العناصر الطبيعية
٢-٤	٢-٢-١-٤ العناصر الكيماوية
٦-٤	٣-٢-١-٤ العناصر الميكروبيولوجية
٨-٤	٣-١-٤ مصادر وأسباب تلوث المياه السطحية
٨-٤	١-٣-١-٤ التلوث من الصناعة
٨-٤	٢-٣-١-٤ التلوث من الزراعة
٩-٤	٣-٣-١-٤ التلوث من الصرف الصحي
١٠-٤	٤-٣-١-٤ التلوث من المصادر الغير مركزية
١١-٤	٤-١-٤ تأثير التلوث على البيئة
١١-٤	١-٤-١-٤ تأثير الملوثات على الإنسان
١١-٤	٢-٤-١-٤ تأثير الملوثات على المكونات والخصائص الجمالية للمياه
١٢-٤	٣-٤-١-٤ تأثير الملوثات على النباتات والتربة
١٣-٤	٤-٤-١-٤ تأثير الملوثات على الحيوانات والأسماك
١٣-٤	٥-١-٤ مراقبة نوعية المياه
١٣-٤	١-٥-١-٤ غرض أخذ العينات والمراقبة

١٤-٤	٢-٥-١-٤ تحديد مكان وزمان أخذ العينة
١٥-٤	٣-٥-١-٤ حجم العينات وعدد العينات الممثلة
١٥-٤	٤-٥-١-٤ طرق جمع العينات والأجهزة المطلوبة من المجارى المائية
١٩-٤	٥-٥-١-٤ وصف العينات
١٩-٤	٦-٥-١-٤ حفظ العينات ونقلها إلى المعامل
١٩-٤	٧-٥-١-٤ برامج وقوانين الجودة لجمع عينات المياه
٢٤-٤	٢-٤ إعادة إستخدام مياه الصرف
٢٤-٤	١-٢-٤ منشأ مياه الصرف الزراعى
٢٤-٤	١-٢-٤ فواقد الرى الحقلى والعام
٣٢-٤	٢-١-٢-٤ المياه الجوفية
٣٣-٤	٣-١-٢-٤ صرف المخلفات الصحية والصناعية
٣٤-٤	٢-٢-٤ رصد وقياس كمية مياه الصرف
٣٤-٤	١-٢-٢-٤ قياس التصريفات فى القطاعات المكشوفة على المصارف
٣٥-٤	٢-٢-٢-٤ قياس التصريفات عند مصبات المصارف والقطاعات التى تتأثر بالمياه المرتدة
٣٥-٤	٣-٢-٢-٤ قياس تصريفات محطات الصرف
٣٨-٤	٤-٢-٢-٤ منحني المعايير
٣٨-٤	١-٤-٢-٢-٤ العلاقة بين التصريف وإرتفاع منسوب الماء فى المجارى المائية المكشوفة
٣٩-٤	٢-٤-٢-٢-٤ العلاقة بين التصريف والرفع لمحطات الصرف (Capacity curve)
٤٠-٤	٣-٤-٢-٢-٤ ملاحظات عامة للمعايير
٤٠-٤	٣-٢-٤ معايير المياه الصالحة للرى
٤٠-٤	١-٣-٢-٤ مواصفات المياه الصالحة للرى
	٢-٣-٢-٤ معايير نوعية مياه الصرف المناسبة لرى بعض المحاصيل المختلفة تحت الظروف المصرية
٤٥-٤	٤-٢-٤ أساليب إعادة إستخدام مياه الصرف فى الرى
٤٦-٤	١-٤-٢-٤ الخلط المباشر Direct Mixing
٤٧-٤	٢-٤-٢-٤ تبادل الرى بالمياه الملحية والعذبة Alternate Irrigation
٤٧-٤	٣-٤-٢-٤ الرى بكميات مياه أقل من الإحتياجات المائية Deficit Irrigation

الباب الخامس : أعمال الصيانة

١-٥	١-٥ مجرى النيل
١-٥	١-١-٥ عمل قطاعات عرضية على النيل بواسطة جهاز الجس الصوتى
٨-٥	٢-١-٥ هيدروليكا الأنهار
٨-٥	٣-١-٥ مورفولوجية نهر النيل
٨-٥	١-٣-١-٥ إتزان النهر وأشكاله وتعرجاته
١٥-٥	٢-٣-١-٥ إنشاء ومد منحني التصريف مع المنسوب (Rating Curve)
١٦-٥	٣-٣-١-٥ مد منحني التصريف مع المنسوب
١٨-٥	٤-٣-١-٥ هيدروليكا
٢٠-٥	٤-١-٥ رفع سواحل النيل تجاه الشيامى سنويا من خطوط قاعدة ثابتة :
٢١-٥	١-٤-١-٥ تجهيز خطوط قاعدة ثابتة
٢١-٥	٢-٤-١-٥ عمل أكثر من وتد لخط القاعدة حتى يمكن تحديده فى حالة ضياع وتد أو أكثر
٢١-٥	٣-٤-١-٥ إجراء الرفع سنويا حتى يمكن معرفة التآكل أو الإطماء
٢٢-٥	٤-٤-١-٥ خطوط تهذيب المجرى وخطوط تعديل الجسر
٢٤-٥	٥-١-٥ حماية سواحل النيل من الإنهيارات

٢٤ - ٥	١.٥.١.٥ أسباب إنهيارات السواحل
٢٥ - ٥	٢.٥.١.٥ تصميم أعمال الحماية
٢٨ - ٥	٣.٥.١.٥ تنفيذ أعمال الحماية
٣١ - ٥	٤.٥.١.٥ متابعة وصيانة أعمال الحماية بعد التنفيذ
٣١ - ٥	٥.٥.١.٥ حماية سواحل النيل بواسطة الرؤوس الحجرية
٣١ - ٥	٦.٥.١.٥ أورنيك الرؤوس وحساب المكعبات لتوريد الدبش
٣١ - ٥	٧.٥.١.٥ أساس الأورنيك العرضي
٣٢ - ٥	٨.٥.١.٥ كيفية حساب مكعبات الدبش
٣٢ - ٥	٩.٥.١.٥ بناء على الناشف لميول الرأسى والأفقى لها
٣٤ - ٥	١٠.٥.١.٥ التكمسيات والنسب بين دبش التوريد ودبش البناء
٣٤ - ٥	١١.٥.١.٥ كيفية قياس رصات الدبش وعمل معادلات فى حالة الرص الردىء
٣٧ - ٥	٦.١.٥ تحديد خطوط منافع النهر Management Lines
٣٧ - ٥	١.٦.١.٥ الغرض من خطوط منافع النهر
٣٨ - ٥	٢.٦.١.٥ تحديد (الخطوط) :
٣٨ - ٥	٣.٦.١.٥ قاعدة البيانات
٣٨ - ٥	٤.٦.١.٥ منحى الرمو
٣٩ - ٥	٥.٦.١.٥ تجهيز الخطوط
٤٠ - ٥	٦.٦.١.٥ تحقيق خطوط منافع النهر
٤٠ - ٥	٧.٦.١.٥ أعمال المتابعة
٤١ - ٥	٧.١.٥ الملاحة النهرية
٤١ - ٥	١.٧.١.٥ تقسيم الأنهار والمجارى المائية
٤١ - ٥	٢.٧.١.٥ طرق التحكم فى النهر من ناحية الملاحة
٤٤ - ٥	٣.٧.١.٥ المقاومة الناتجة عن حركة السفن الملاحية
٤٥ - ٥	٤.٧.١.٥ تأثير الأمواج على جوانب النهر
٤٦ - ٥	٥.٧.١.٥ النهر كقناة ملاحية
٤٦ - ٥	٦.٧.١.٥ الأهوسة النهرية
٤٧ - ٥	٧.٧.١.٥ الموانى النهرية
٤٧ - ٥	٢.٥ صيانة شبكات الري
٤٨ - ٥	١.٢.٥ أعمال التطهيرات
٤٩ - ٥	١.١.٢.٥ تعريفات
٥٠ - ٥	٢.١.٢.٥ المعدات المستخدمة فى التطهيرات
٥٧ - ٥	٢.٢.٥ أعمال نزع الحشائش وإزالتها
٦١ - ٥	٣.٢.٥ أعمال ردم البيارات وتكاسى الميول
٦٧ - ٥	٤.٢.٥ أعمال إزالة المعوقات
٦٩ - ٥	٥.٢.٥ أعمال الصيانة السنوية للقناطر والكبارى والفتحات
٧٣ - ٥	٦.٢.٥ تنظيم عمليات التراخيص على المساطيح وإزالة المخالفات

الباب السادس : إدارة هيدرولوجيا السيول

١ - ٦	١.٦ اعتبارات عامة يجب إتباعها عند التعامل مع السيول
١ - ٦	١.١.٦ المناطق الأكثر عرضة للسيول بمصر
٢ - ٦	٢.١.٦ القواعد الأساسية للتعامل مع مناطق السيول
٢ - ٦	٣.١.٦ عناصر دراسات السيول
٤ - ٦	٢.٦ الطرق الإحصائية لتحديد شدة الأمطار المسببة للسيول

١-٢-٦	اختيار محطات الأمطار الممثلة لمنطقة الدراسة	٤-٦
٢-٢-٦	اختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية	٤-٦
٣-٢-٦	التحليل الإحصائى لتحديد العواصف التصميمية	٦-٦
٤-٢-٦	خرائط مبسطة للعواصف التصميمية	٧-٦
٣-٦	الدراسات التكميلية المرتبطة بتقييم السيول	١٣-٦
١-٣-٦	إختبارات النفاذية للطبقة السطحية	١٣-٦
٢-٣-٦	طريقة قياس معدل التسرب فى الحقل	١٣-٦
٣-٣-٦	الرفع المساحى للقطاعات العرضية والقياسات الحقلية عند مصب الوادى	١٦-٦
٤-٣-٦	الدراسات الجيولوجية	١٨-٦
٤-٦	الطرق العددية لحساب تصرفات الوديان	١٨-٦
١-٤-٦	الحسابات الهيدرولوجية للوديان أقل من ٢٥ كيلو متر مربع	١٨-٦
٢-٤-٦	الحسابات الهيدرولوجية للوديان أكبر من ٢٥ كيلو متر مربع	٢٠-٦
٣-٤-٦	تقدير كميات المواد الرسوبية	٢١-٦

الباب السابع : الأعمال المساحية

١-٧	مقدمة	١-٧
٢-٧	المصطلحات الفنية المستخدمة فى الأعمال المساحية والخرائط	١-٧
٣-٧	الخرائط والأعمال المساحية التى يتم بموجبها التخطيط العام لمشروعات الرى والصرف	٤-٧
١-٣-٧	الخرائط التفصيلية (الكسترالية) مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ Cadastral Maps	٥-٧
٢-٣-٧	الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ Topographic Maps	٦-٧
٣-٣-٧	الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠	٧-٧
٤-٣-٧	الميزانيات وروبيرات الميزانية Levelling and Bench Marks	٨-٧
٤-٧	التوسعات فى مشروعات قطاع الموارد المائية والرى وما يتطلبه ذلك من تغييرات فى نوعيات الخرائط وإنشاء نوعيات أخرى منها	٨-٧
١-٤-٧	الخرائط الكنتورية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ الخاصة بمشروعات الصرف المغطى وتطوير الرى	٩-٧
٢-٤-٧	خرائط المسح الهيدروجرافى لمجرى النيل	١٠-٧
٣-٤-٧	الخرائط الخاصة بمشروعات حماية الشواطىء	١٠-٧
٥-٧	التطورات الحديثة وإستخدام الخرائط الرقمية والخرائط المصورة العمودية ونظم المعلومات الجغرافية - وتأثير ذلك على إحتياجات مشروعات الرى والصرف	١١-٧
١-٥-٧	الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠	١١-٧
٢-٥-٧	الخرائط المصورة العمودية Orthophoto	١٣-٧
٣-٥-٧	الخرائط الرقمية Digital Maps	١٤-٧
١-٣-٥-٧	الخرائط الرقمية الطبوغرافية	١٤-٧
٢-٣-٥-٧	الخرائط الرقمية الكسترالية Digital Cadastral Maps	١٥-٧
٤-٥-٧	نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information Systems (GIS)	١٦-٧
١٨-٧	المراجع	١٨-٧

الباب الثالث التوسع الأفقى

التوسع الأفقى فى الأراضى الصحراوية ضرورة تقتضيها الزيادة المطردة فى عدد سكان جمهورية مصر العربية وما تتطلبه من زيادة الإنتاج الزراعى لتضييق الفجوة بين كمية الإنتاج الزراعى وكمية الاستهلاك من المواد الغذائية ولرفع الإيراد العام من الإنتاج الزراعى.

ويتم التوسع الأفقى فى الأراضى الصحراوية المجاورة للأراضى المزروعة فى وادى النيل والدلتا وفى شبه جزيرة سيناء وفى الوادى الجديد ومنطقة العوينات - وتروى الأراضى المستصلحة بمياه النيل خالصة أو مخلوطة بمياه الصرف أو بالمياه الجوفية. ومعدل مساحة التوسع الأفقى فى السنوات الأخيرة هو ١٥٠ ألف فدان فى السنة ومن المقرر أن يستمر كذلك فى السنوات القادمة طالما تتوافر مياه الري لذلك .

١.٣ تخطيط وتصميم مجارى الري والصرف فى أراضى التوسع:

١.١.٣ الخرائط اللازمة لعمل الدراسات

أ - خرائط مساحية كنتورية بمقياس ١ : ١٠٠٠٠ أو ١ : ٢٥٠٠٠ بمسافات كنتورية ٠,٥ متر فى الأراضى المسطحة ، ١,٠٠ متر فى الأراضى غير المستوية مبينا عليها حدود المساحات المطلوب التوسع فيها.

ب - خرائط تصنيف تربة مبنية على تحليل ميكانيكى وكيميائى لطبقات التربة مأخوذة من حفرة عمقها متران على أعماق ٢٥ سم، ٥٠ سم ، متر ، مترين لكل ٥٠٠ فدان تقريبا .

ج - خرائط هيدروجيولوجية تبين طبقات التربة وعمق المياه الجوفية واتجاه التدفق فيها.

٢.١.٣ تحديد المساحات القابلة للزراعة فى منطقة مشروع التوسع:

بناء على خرائط تصنيف التربة يتم تصنيف الأراضى طبقا لمواصفات مكتب إستصلاح الأراضى الأمريكى إلى درجات من الأولى إلى السادسة وتستبعد أراضى الدرجتين الخامسة والسادسة من مشروع الإستصلاح وتحسب مساحة أراضى الدرجات الأربع الأولى فتكون هى المساحة القابلة للزراعة فى منطقة المشروع.

٣.١.٣ تحديد المصدر الرئيسى للري والمصب النهائى لمياه الصرف

فى حالة الري بمياه النيل تحدد أقرب ترعة رئيسية أو فرعية لمنطقة التوسع وتدرس مناسيبها وتصرفاتها خلال شهور السنة وقطاعها الطولى وقطاعاتها العرضية وتبين المنشآت الواقعة عليها.

وفى حالة الري بالمياه الجوفية تدق آبار اختبار (بئر لكل ١٠٠٠ فدان) لمعرفة مستوى المياه الجوفية ومقدار الرفع ومدى انخفاض مستوى المياه بعد التشغيل وتحلل عينات من المياه لمعرفة نوعية المياه وخصوصا مجموع الأملاح الذائبة فى كل لتر من الماء وأنواع هذه الأملاح ومقدار كل نوع. كذلك يحدد المصب النهائى لمياه الصرف على مصرف رئيسى أو على بحيرة من البحيرات وتحدد مناسيب المياه بالمصرف الرئيسى أو البحيرة على مدار السنة.

٣-١-٤ تحديد محاور الترع والمصارف على الخرائط الكنتورية :

القاعدة العامة لتخطيط محاور الترع والمصارف هي أن توضع التربة الرئيسية في أعلى الأراضي المراد ربيها وأن يوضع المصرف الرئيسي في أوطى منخفض منها. أما الترع الفرعية بدرجاتها المختلفة فتوضع في المرتفعات الثانوية كما توضع المصارف الفرعية في أكثر المواضع التي تخدمها هذه المصارف انخفاضا مع مراعاة تجنب القرى والأماكن الأثرية والمقابر والبرك.

وعند ظهور عوائق في التخطيط مثل وجود مساحات منخفضة أو بقع صخرية أو تلال ترابية أو تقاطعات مائية ... إلخ فيجب دراسة أحسن وأنسب الطرق لتفاديها ، ومن الممكن أن يعاد النظر في التخطيط لتجنب أى عائق ، ويمكن أن ينشأ عمل صناعي عند التقاطعات ، فمثلا عند وجود مرتفعات كبيرة يمكن إنشاء نفق لمرور المياه فيها ، وعند تقاطع مجريين مائيين تنشأ سحارة أو بدالة ، وعند مرور مجرى مائي تحت جسر سكة حديدية أو طريق عام ينشأ بربخ أو كوبري .

ويراعى في تخطيط الترع والمصارف أن تكون محاورها خطوط مستقيمة ما أمكن فإن ذلك يقلل من التكاليف كما يقلل من إنحدار المياه في الترع وقد يكون هناك أكثر من تخطيط مقبول للمشروع الواحد فيكون التفضيل عندئذ بعد دراسة إقتصاديات الحلول المختلفة وذلك بتقدير تكاليف كل حل شاملة الأعمال الترابية والمنشآت (الأعمال الصناعية) وتكاليف الصيانة في المستقبل .

ويتم التخطيط عادة وفق طوبوغرافية الأراضي :

أ - لتخطيط محاور الترع والمصارف في منطقة ذات طوبوغرافية مستوية تقريبا ومنحدرة في اتجاه واحد توضع التربة المغذية مع الكنتور العالي وتتفرع منها الترع الأصغر في اتجاه الإنحدار لتصب نهايتها مع المصارف الفرعية الصغيرة في المصرف الكبير الذي يسير في أوطى كنتور.

ب - لتخطيط منطقة ذات طوبوغرافية متموجة أى تجمع بين عدة مرتفعات ومنخفضات توضع التربة المغذية في أعلى المرتفعات وتخطط الترع الأصغر في المرتفعات الثانوية كما يتبع المصرف الرئيسي للمنطقة المنخفض الرئيسية وتخطط المصارف الأصغر في المنخفضات الثانوية.

ج - ولتخطيط منطقة ذات طوبوغرافية تتجه لأعلى بالنسبة لمصدر الري يلزم في هذه الحالة رفع المياه في التربة الرئيسية المغذية للمنطقة بإقامة عدد من محطات الرفع المتتالية على التربة لتوصيل المياه بالمناسيب التي تتفق مع مناسيب الأرض الجديدة ، ويتم تحديد المسافات بين محطات الرفع على ضوء دراسة إقتصادية لمكعبات الحفر والردم والنقل ما أمكن من أجزاء التكوين للتربة مع دراسة منسوب المياه الجوفية على طول التربة في حبسها الأعلى بهدف سهولة إنشاء أساسات محطات الرفع الأولى على أرض جافة إن أمكن ويراعى في تخطيط الترع الفرعية أن تأخذ من التربة الرئيسية خلف طرد محطات الرفع لتسير المياه فيها وفي الفروع الآخذة منها بالراحة.

٣-١-٥ حساب التصرف التصميمي للترع والمصارف طبقا للتركيب المحصولي للمنطقة

٣-١-٥-١ التصميمي للترع

يتم حساب التصرف التصميمي للترع خلال شهر أقصى الاحتياجات ، والبند ٣-٢-٢ يوضح تفاصيل حساب المقنن المائي .. مثال عددي

إحسب تصرف ترعة بزمام ٢٠٠٠ فدان بالوجه البحرى ، إذا كان التركيب المحصولى كما يلى :

أرز ٥٠٪ - قطن ٢٥٪ - أذره شامى ٢٥٪

من الجدول رقم (٤-٣) فإن الإستهلاك المائى للمحاصيل المذكورة خلال شهر يوليو هو: أرز ١٢٨٩ م^٣ / ف / الشهر - قطن ٧٤٣ م^٣ / ف / الشهر - اذره شامى ٨٤٣ م^٣ / ف / الشهر

∴ الإستهلاك المائى اليومى =

$$= \frac{25}{100} \times \frac{843}{31} + \frac{25}{100} \times \frac{743}{31} + \frac{50}{100} \times \frac{1289}{31}$$

٣٣,٦ م^٣ / ف / اليوم

وحيث أن نظام الري سطحى ∴ فواقد الحقل ٣٠٪

∴ مقنن الري اليومى (حقل) = ١,٣ × ٣٣,٦ = ٤٣,٦٨ م^٣ / ف / اليوم

وباعتبار فواقد النقل = ١٠٪

$$\therefore \text{التصرف التصميمى للترعة} = \frac{1,1 \times 43,68 \times 2000}{86400} = 1,1 \text{ م}^3 / \text{ث}$$

٢-٥-١-٣ التصرف التصميمى للمصارف بالنسبة للمصارف يراعى ما يلى

- يؤخذ مقنن الصرف = ٠,٤٠ مقنن الري
- يحسب التصرف فى حالتين ويؤخذ التصرف الأكبر منهما ، الحالة الأولى تصرف أقصى الاحتياجات وهو نفس تصرف الري حسب الطريقة عاليه مضروباً فى ٠,٤٠ ، والحالة الثانية هى التصرف خلال شهر أعلى معدل للأمطار ، ويتم تقدير هذا التصرف بإضافة تصرف الري خلال هذا الشهر إلى ما يصل المصرف من مياه الأمطار ، ويتم تقدير هذه الكمية إما باستخدام البندين ٦-٣-٢ ، ٦-٤-١ من الباب السادس أو باستخدام المعادلة التالية وهى طريقة مبسطة لحساب مياه الأمطار الواصلة للمصرف سم / اليوم.

$$R = P - \frac{T - 32}{3.74}$$

حيث :

$$\begin{aligned} R &= \text{كمية المياه المتسربة بالسم يوميا} \\ P &= \text{عمق المطر بالسنتيمتر يوميا} \\ T &= \text{متوسط درجة الحرارة بالفهرنهايت خلال شهر أعلى معدل للأمطار} \end{aligned}$$

كما يمكن حساب تصرف المصرف باستخدام المقننات الواردة في البند ٢-٦-١ من المجلد الأول (بدلاً عن ٠,٤٠ مقنن الري) لحساب الحاليتين؛ أي تصرف أقصى الاحتياجات وتصرف أقل الاحتياجات مع إضافة مياه الأمطار إلى التصرف الأخير. ثم حساب القطاع على أساس التصرف الأكبر

٦-١-٣ تصميم القطاعات العرضية للترع والمصارف

نعني بتصميم القطاعات العرضية للترع تحديد العناصر الآتية:

- ١- الميل الجانبي للمجرى (Z)
- ٢- عرض قاع المجرى (b)
- ٣- عمق المياه بالمجرى (y)
- ٤- المسافة الرأسية بين سطح المياه بالمجرى والمسطح
- ٥- عرض المسطح والميل الجانبي له
- ٦- عرض الجسر والميل الجانبي له
- ٧- عرض نزع الملكية

البيانات المطلوبة لتصميم القطاعات العرضية للترع والمصارف:

قبل الشروع في تصميم القطاعات العرضية للترع فإنه يلزم توافر البيانات الآتية :

- ١- **التصرف التصميمي للمجرى (Q)**
والذي يتم تحديده طبقاً لزام التربة والمقنن المائي التصميمي بند ٣-١-٥

- ٢- **معامل ماننج n للإحتكاك**
حيث يتم تحديد قيمة (n) على الوجه الآتي :

أ - بالنسبة للترع : $\frac{1}{n} = 40 \quad n = 0.025$

ب - بالنسبة للترع المبطن بالخرسانة : على حسب نوعية ومدى خشونة المسطح الخرساني $\frac{1}{n} = 55 - 65$

ج - بالنسبة للمصارف : $\frac{1}{n} = 33$

- ٣- **إنحدار المياه S :**
وهو الميل الذي تحدد إختياره طبقاً لمتطلبات دياگرام مائي (السينوتيك)
Synoptic Diagram . البند (٣-١-٧) أو طبقاً للحسابات من الأشكال (٣-١) ، (٣-٢)

٤ - نوع التربة

الميل الجانبى للترعة Z

يتم تحديد الميل الجانبى لمجرى الترعة بحيث لا يزيد عن الميل الطبيعى للتربة والذى يتم تحديد قيمته تبعاً لنتائج تحليل التربة. وعلى وجه العموم تكون الميول الجانبية للترعة على الوجه الآتى :

- أ - بالنسبة للتربة المتماسكة : يكون الميل ١ : ١ (أفقى : رأسى)
 ب - بالنسبة للتربة النصف متماسكة : يكون الميل ٣ : ٢
 ج - بالنسبة للتربة الرملية : يكون الميل ٢ : ١

تحديد عرض القاع (b) وعمق المياه (y) :
 لتحديد عرض القاع (b) وعمق المياه (y) ، يتم التطبيق فى معادلة ماننج :

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \quad (3-1)$$

حيث :

Q	=	التصرف التصميمى للترعة	م ^٣ / ث
n	=	معامل ماننج للإحتكاك	
A	=	مساحة القطاع المائى	بالمتر المربع
R	=	نصف القطر الهيدرولى	بالمتر
P	=	المحيط المبتل من التربة	بالمتر
S	=	إنحدار سطح الماء بالمجرى = إنحدار القاع فى حالة الجريان المنتظم	سم / كم

بمعلومية Q و n و S فإن التطبيق فى معادلة ماننج سينتج عنه علاقة بين عرض القاع (b) وعمق المياه (y) . ولتحديد (b) و (y) فإن الأمر يستلزم علاقة إضافية بينهم . وتوجد عدة طرق للتصميم تعطى العلاقة الإضافية المطلوبة على النحو التالى.

- اختيار علاقة مباشرة بين (b) و (y) :

بالنسبة للترعة فإن الخبرة المصرية تعطى العلاقات الخطية الآتية بين عرض القاع وعمق المياه :

أ - بالنسبة للترع الرئيسية $\phi = \frac{b}{y} = 12 - 20$

ب - بالنسبة للترع الفرعية $\phi = \frac{b}{y} = 6 - 12$

ج - بالنسبة لترع التوزيع $\phi = \frac{b}{y} = 2 - 6$

وتتلخص خطوات التصميم للحصول على قيم (b) و (y) فيما يلى :

١- يتم إختيار العلاقة بين (b) و (y) على حسب نوع التربة ولتكن :

$$b = \phi y$$

٢- يتم تحديد مساحة القطاع المائي (A) بدلالة العمق (y) .

$$A = y (\phi y + Zy) = y^2 (\phi + Z) \quad (3-2)$$

٣- يتم تحديد المحيط المبطل (p) بدلالة العمق (y).

$$p = y (\phi + 2\sqrt{Z^2 + 1}) \quad (3-3)$$

٤- يتم التعويض في معادلة ماننج بقيم A و p لنحصل على قيمة y ومنها نوجد قيمة b

٥- يتم تقريب قيمة عرض القاع b على الوجه التالي :

أ- إذا كان $b < 5.0 \text{ m}$ يقرب عرض القاع لأقرب نصف متر.

ب- إذا كان $b > 5.0 \text{ m}$ يقرب عرض القاع لأقرب متر.

ج- يقرب العرض الى أقرب متر إذا كان العرض ٢ متر أو أقل

وبعد تقريب عرض القاع فإنه يلزم تطبيق معادلة ماننج مرة أخرى للحصول على عمق المياه y المناظر لعرض القاع الجديد.

٦- يتم حساب السرعة المتوسطة للمياه V ويجب أن تتراوح السرعة بين ٠,٤ - ٠,٧ م / ث للترع الترابية ، ولا تقل عن ١ م/ث للترع الرئيسية والفرعية المبطنة بالخرسانة ويلزم إعادة تصميم

القطاع العرضي باعتبار قيم أكبر نسب $\frac{b}{y}$ والعكس صحيح .

والطريقة السابقة تصلح للمجارى المبطنة والترابية والطريقة التالية تعتمد على تحديد الإنحدار والسرعة التي لا تسبب نحرا لقاع وجوانب المجرى وكذا لا ينتج عنها إطماء للمجرى أو نمو الحشائش على قاع وجوانب المجرى وخطوات التصميم كما يلي :

بعد حساب التصرف التصميمي للمجرى (Q) وتحديد الميل الجانبي (Z) فإن الشكل (١-٣) يعطى نصف القطر المغمور للمجرى (R) بدلالة التصرف ، وبدلالة التصرف أيضا فإن الشكل (٢-٣) يعطى العمق المتوسط للمجرى (y) .

وبتطبيق المعادلتين (٢-٣) و (٣-٣) يتم الحصول على قيمة $\frac{b}{y} = \phi$ وبالتالي يمكن تحديد قيمة عرض

القاع (b) وحيث أمكن الحصول على قيمتي y و b وبدلالة Z يمكن حساب A ، وبالتطبيق في معادلة التصرف (3-1) فإنه يمكن حساب الإنحدار S والذي لا ينتج عنه نحر أو إطماء أو نمو حشائش . ويقرب عرض القاع إلى أقرب متر ثم يحصل على عمق المياه المناظر بنفس مساحة القطاع.

تصميم القطاع العرضي الإقتصادي .

يمكن تصميم قطاعا عرضيا للترعة بحيث يكون مساحة القطاع المائي (A) والمحيط المغمور (p) أقل ما يمكن. ويسمى القطاع الذي يحقق الشرطين السابقين بالقطاع العرضي الإقتصادي . وشرط الحصول على هذا القطاع هو :

$$R = \frac{y}{2}$$

ويعطى الجدول التالي العلاقات بين b و A و p والمناظرة لقيم مختلفة للميل الجانبي

جدول (١-٣)

Side slope	b	A	P
1 : 1	$0.828y$	$1.828y^2$	$3.656y$
3 : 2	$0.606y$	$2.106y^2$	$4.212y$
2 : 1	$0.472y$	$2.472y^2$	$4.944y$

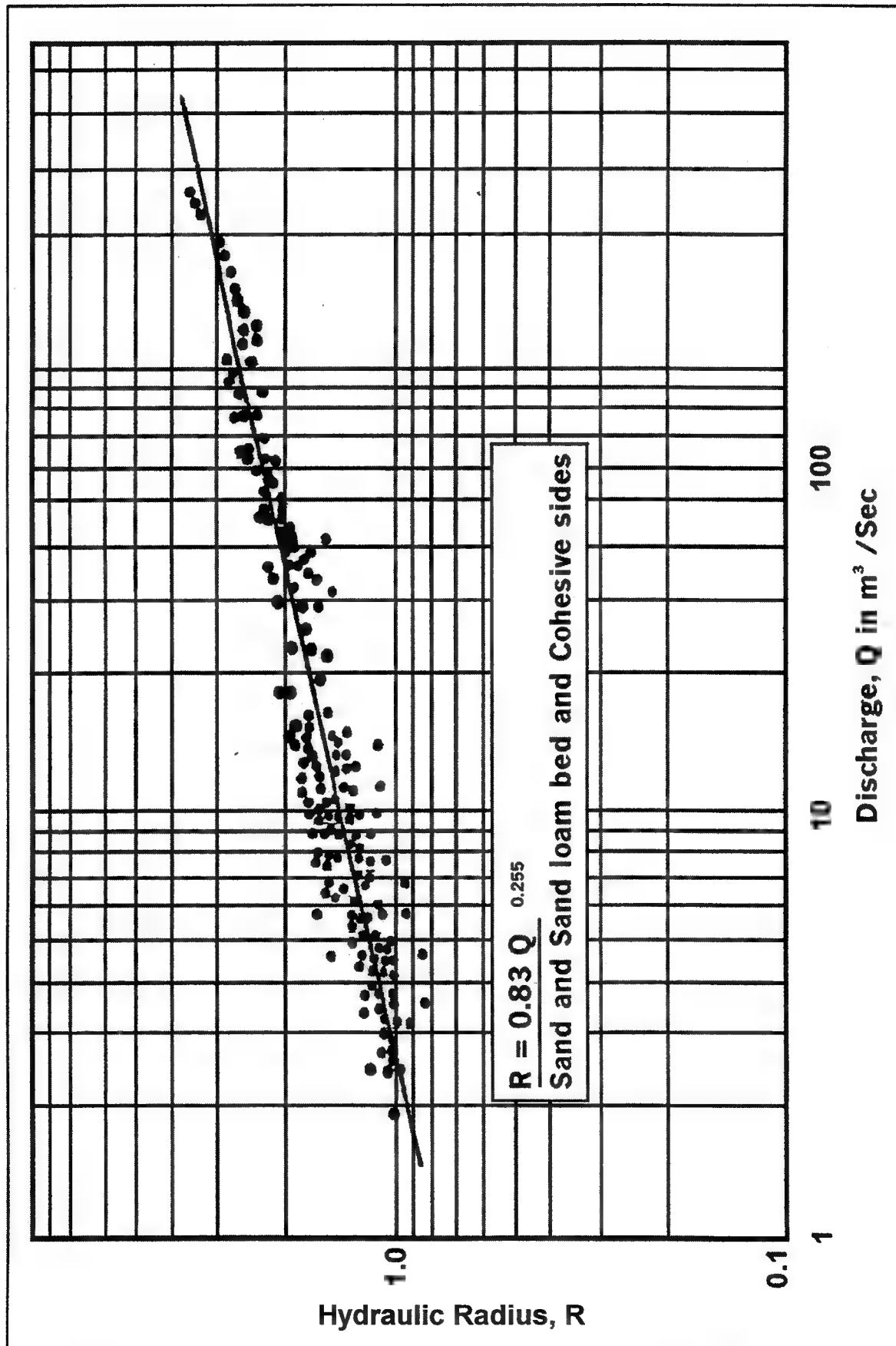


Fig. (3-1) Variation of Hydraulic Radius R with Discharge Q

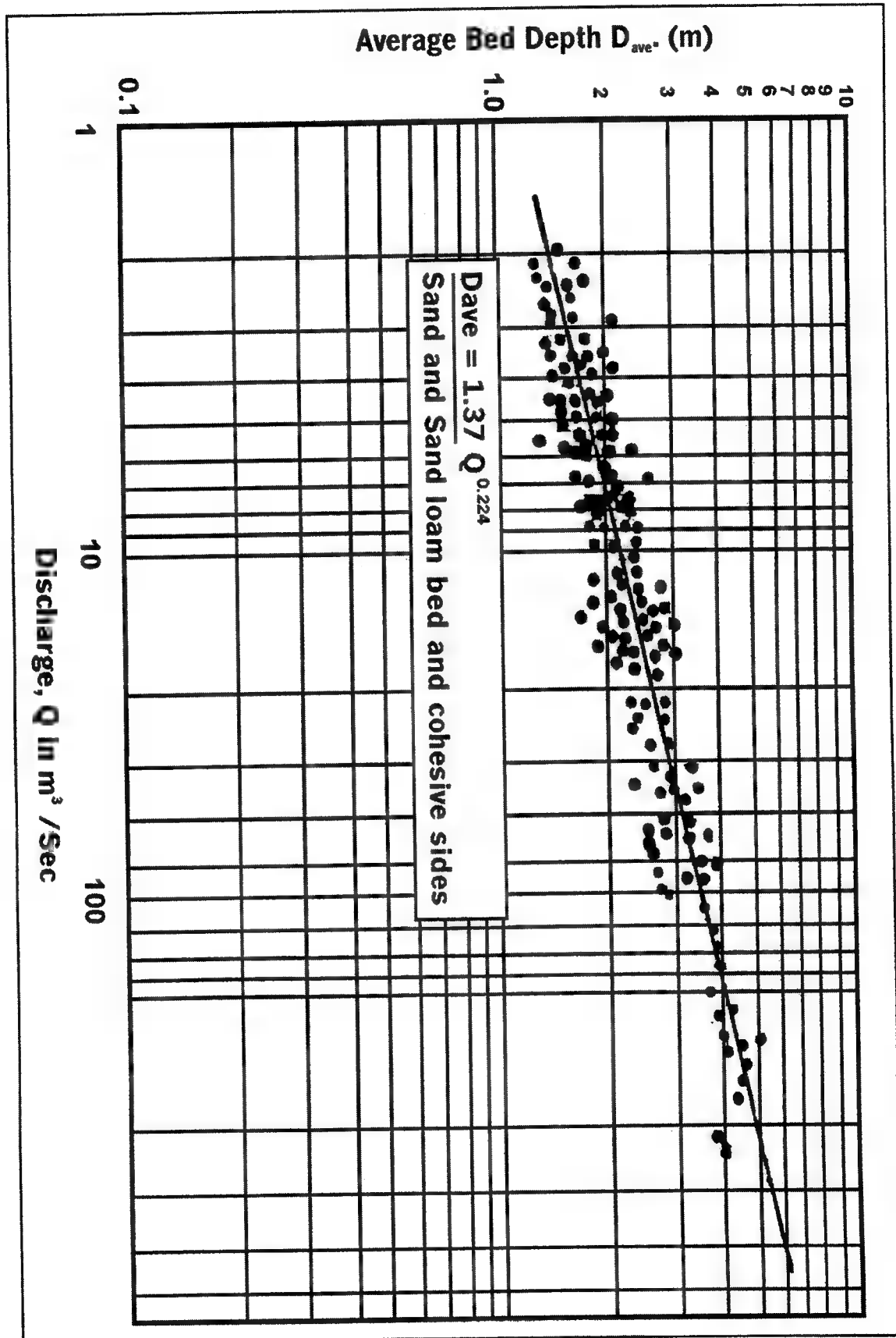


Fig. (3-2) Relation Between Average Bed Depth D_{ave} with Discharge Q

ويمكن تلخيص خطوات التصميم للحصول على القيم b و y فيما يلي :

- ١- على حسب قيمة الميل الجانبي للترعة يتم اختيار علاقة بين b و y وكذلك A بدلالة y من الجدول السابق.
- ٢- بتطبيق معادلة ماننج يتم الحصول على قيم y ومنها b .
- ٣- يتم تقريب قيمة عرض القاع والحصول على عمق المياه المناظر بنفس الأسلوب السابق بيانه في النقطة رقم (٥) من طريقة التصميم الأولى.

ويؤخذ على هذه الطريقة أنها تعطى قيمة كبيرة نسبياً لعمق المياه بالمقارنة بعرض القاع مما يعنى أن عمق الحفر سيكون نسبياً كبيراً كما أن عرض القاع أكبر من عمق المياه مما قد يزيد من تكلفة الإنشاء والصيانة.

استكمال القطاعات العرضية للترع والمصارف

بعد تحديد منسوب المياه وعمقها وعرض القاع يستكمل رسم القطاع العرضي للترعة كالاتى :-

- ١- تعمل مساطيح بقطاعات التربة على منسوب أعلى مياه بها أو على منسوب أرض الزراعة وفى المصارف على منسوب أرض الزراعة .
- ٢- تكون جسور التربة أعلى من منسوب أقصى احتياجات بما لا يقل عن ٠,٥ متر فى ترع التوزيع ، ٧٥ سم فى التربة الفرعية ، متر فى التربة الرئيسية ، ويكون أحد الجسرين على الأقل بعرض ٥ أمتار أو أكثر ولا يقل عرض الجسر الثانى عن ٣,٠٠ متر (فقره ٢-٥-٣ تعطى تفاصيل أكثر).
- ٣- فى المصارف يعمل مسطح على الجانبين بمنسوب أرض الزراعة وتكون الجسور كما ذكر فى البند السابق. ويكون أحد المسطاحين بعرض يسمح بحركة الكراكات فى حالة المصارف التى تحتاج للتطهير بهذه المعدات (٢-٥-٢-١) .

تحديد عرض نزع الملكية

يحدد عرض نزع الملكية للترع والمصارف بالأمتار الصحيحة من نهاية الميل الخارجي للجسر الأيمن إلى نهاية الميل الخارجي للجسر الأيسر وتقوم هيئة المساحة بتوقيع حدود نزع الملكية على الطبيعة بدق حدايد كل ٢٠٠ متر وتقدر التعويض اللازم لنزع ملكية هذه الأراضي مراعية ماقد يكون عليها من مباني أو أشجار... الخ .

٧-١-٣ رسم القطاعات الطولية للترع والمصارف وتحديد مواقع الأعمال الصناعية عليها:

أولاً: رسم الدياجرام المائي لشبكة الترع (سينوبتك الترع)
(Synoptic Diagram for Irrigation System)

والغرض من هذا الدياجرام هو ربط مناسيب المياه فى التربة الرئيسية وفروعها بعضها ببعض.

بعد اعتماد التخطيط النهائي لمحاور شبكة الترع والمصارف ينفذ التخطيط على الطبيعة بدق أوتاد على محور كل ترعة أو مصرف ، وتعمل قطاعات عرضية بالميزان على مسافات متساوية كل ٢٠٠ متر على طول محور التربة أو المصارف ، وذلك لتحديد متوسط مناسيب أرض الزراعة على جانبي المحاور ، وبذلك يمكن رسم قطاع طولى لأرض الزراعة وترسم القطاعات الطولية عادة بمقياس ١ : ٢٠٠٠ للمسافات الأفقية ، ١ : ١٠٠ للمناسيب الرأسية.

وعند توقيع خطوط المياه على القطاعات الطولية للترع الآخذة من التربة الرئيسية يراعى أن يكون الري بالرفع وهو النظام المتبع فى مصر بعد إنشاء السد العالى تجنباً لإهدار المياه فى عمليات الري بالراحة ويكون سطح الماء فى التربة أوطى من أرض الزراعة بنحو ٥٠ - ٧٠ سم وعند وضع خطوط المياه فى سينوبتك الترع يراعى ما يلى :

- ١- يبدأ وضع خطوط المياه للفروع الصغيرة بالانحدارات المناسبة (١٥ - ٣٠ سم فى الكيلو) وتحدد مناسيب المياه خلف أقسام هذه الفروع وبإضافة ١٠ سم على هذه المناسيب يحصل على المناسيب اللازمة فى الترع التى تغذى هذه الفروع والتى تسمح بتغذيتها بالراحة. ونستمر هكذا من الفروع الصغرى إلى الكبرى حتى نصل إلى مناسيب المياه فى التربة الرئيسية ، ثم يحدد خط المياه فى هذه التربة بحيث يمد جميع الفروع ويجب ألا يقل فرق التوازن على قناطر الأقسام الآخذة من التربة الرئيسية عن ١٠ سم ثم نعيد النظر فى هذه المناسيب لنتبين ما إذا كان يلزم إقامة قنطرة حجز على التربة الرئيسية أو على الفروع .
- ٢- إذا كان منسوب المياه بالتربة المغذية للترع الرئيسية أوطى من منسوب المياه المطلوب للترع الرئيسية وليس فى الإمكان حتى مع تعديل الدياجرام المائى تغذية التربة الرئيسية بالراحة فلا بد من إنشاء محطة رفع عند فم التربة الرئيسية - والعكس بالعكس إذا وجد بعد عملية السلسلة الأولى للمناسيب إن هناك فرقاً بين منسوب المياه خلف فم التربة الرئيسية والتربة المغذية يزيد كثيراً عن ١٠ سم فإنه يكون هناك مجال لتحسين رى المنطقة .
- ٣- إذا وجد زمام كبير لأحد الفروع ولا يمكن تحسين منسوب مأخذ هذا الفرع بالنسبة للوضع العام فيمكن فى هذه الحالة التفكير فى إنشاء محطة رفع لهذا الفرع أو قنطرة حجز أمام الفرع.
- ٤- إذا لم تتوافق انحدارات سطح الأرض مع انحدارات المياه بالترع فيمكن تنظيم الانحدارات كالتالى :
 أ - فى حالة الهبوط المفاجئ لمناسيب سطح الأرض فإنه يمكن إنشاء هدار أو قنطرة .
 ب - إذا كان ميل سطح الأرض منتظماً ولكن انحداره يزيد كثيراً عن الانحدارات المعتادة لسطح المياه فى الترع فإنه يمكن تهدير المياه على طول الترع بانحدارات مناسبة وذلك بإقامة هدارات كما هى الحال فى الفيوم - ونحسب المسافة بين الهدارات بفرض سقوط مائى حر على الهدار لا يزيد عن ٣متر.
- ٥- فى الترع الطويلة من الممكن تغيير انحدارات سطح الماء على طول التربة بعمل قناطر حجز بحيث يكون الانحدار تصاعدياً فى اتجاه حركة المياه أى ١٠ ثم ١٢ ثم ١٤ ثم ١٦ سم فى الكيلو مثلاً وذلك بعكس الحال فى المصارف .

ثانياً: رسم الدياجرام المائى لشبكة المصارف (سينوبتك المصارف)

(Synoptic Diagram for Drainage System)

تحدد إنحدارات خطوط المياه فى شبكة المصارف العمومية برسم الدياجرام المائى للمصارف ويلاحظ أن الترقيم الكيلومتري للمصرف يبدأ من المصب أى بعكس اتجاه المياه وليس كالترع مع اتجاه المياه وعند رسم الدياجرام المائى لشبكة المصارف يراعى ما يأتى :-

- أ - عند تحديد الخط المتوسط لإنحدار سطح الأرض يمكن إهمال المنخفضات العميقة جداً وكذا المرتفعات العالية جداً .

- ب - توضع خطوط المياه بانحدارات مناسبة فى المصارف الفرعية بدرجاتها المختلفة بالعمق الوارد بالكود تحت بند رقم (١-٦-٢).
- ج - فى المصارف الفرعية الطويلة والمصرف الرئيسى يمكن تقليل الانحدار كلما اتجهنا نحو المصب .
- د - يتم تحديد خط المياه فى المصرف الرئيسى بحيث يكون أوطى من مناسيب مصبات المصارف الفرعية فيه بمقدار ٤٥ سم على الأقل وهذه تمثل الضاغط الهيدروليكي على ماسورة المصب وذلك لضمان صرف الفروع على المصرف الرئيسى بالراحة .
- هـ - بعد وضع خط المياه المناسب بالانحدارات المناسبة للمصرف الرئيسى إذا إتضح أن أحد مصبات المصارف الفرعية عالى كثيرا عن هذا الخط تعاد دراسة هذ المصرف الفرعى للنظر فى إمكان تحسين الصرف عليه .
- و - أما إذا وجدنا أن خط المياه المناسب للمصرف الرئيسى أعلى من بعض المصارف الفرعية وكان زمام هذه المصارف صغيرا فيمكن التضحية بجودة الصرف عليها .. ، أما إذا كان زمام هذا الفرع أو الفروع كبيرا فلا بد من خفض مناسيب المصرف الرئيسى .
- و - يزيد إنحدار سطح المياه فى المصارف عادة عنه فى الترع الترابية (غير المبطنة) وذلك لتوفير السرعة الكافية لمقاومة نمو الحشائش بالمصارف .

استكمال القطاعات الطولية للترع والمصارف :

.. بعد تصميم القطاعات العرضية للترعة أو المصرف كما هو موضح بالفقرة التالية يستكمل القطاع الطولى بإضافة خط القاع وخطى الجسر الأيمن والأيسر وتبين على القطاع الطولى مواقع الأعمال الصناعية ، وبذلك يكون القطاع الطولى شاملا الخانات الآتية :

- ١ . المسافة بالكيلو متر من فم التربة أو مصب المصرف .
- ٢ . منسوب أرض الزراعة أيمن .
- ٣ . منسوب أرض الزراعة أيسر .
- ٤ . منسوب سطح الماء .
- ٥ . منسوب الجسر الأيمن .
- ٦ . منسوب الجسر الأيسر .
- ٧ . منسوب القاع وانحدار سطح المياه والقاع
- ٨ . الميل الجانبي
- ٩ . التصرف التصميمي
- ١٠ . عرض نزع الملكية

٨-١-٣ مراجعة قطاعات الترع المغذية للمنطقة وكذلك المصرف الرئيسى وتعديلها طبقا للزمام المضاف

تدرس القطاعات العرضية للترعة المغذية للمنطقة ابتداء من فمها حتى مأخذ ترعة رى أراضى التوسع وذلك بعد إضافة زمام التوسع الى زمام التربة المغذية . ويحسب أقصى تصرف يلزم لرى الزمامين معا وتحسب القطاعات العرضية اللازمة لذلك وتطبق على القطاعات العرضية الحالية للترعة المغذية ليحسب حجم الأتربة لتوسيع التربة ومثل ذلك يجرى على المصرف الرئيسى الذى يصب فيه المصرف العام لمنطقة التوسع ... فتدرس قطاعات المصرف من نقطة التقابل حتى مصب المصرف الرئيسى وتعديل لتتنسج للتصرف الجديد.

٩-١-٣ تحديد مواقع وتصرفات ومقادير الرفع لطلميات الري والصرف اللازمة

من القطاعات الطولية تحدد مواقع طلميات الري أو الصرف اللازمة للمنطقة ومقادير الرفع اللازمة لهذه الطلمبات كما ذكر في البند ٧-١-٣ وإذا كانت التربة المغذية لترعة المنطقة ترفع إليها المياه بمحطة طلمبات فيلزم إضافة وحدة أو أكثر لهذه المحطة لزيادة تصرفها بما يكفى لتغذية ترعة المنطقة .. وكذلك في حالة المصرف الرئيسى الذى يصب فيه مصرف المنطقة إذا كانت مياهه عند مصبه ترفع بمحطات طلمبات فتضاف إليها وحدة أو أكثر لرفع التصريف الزائد .

١٠-١-٣ حساب مكعبات الحفر والردم اللازمة للترع والمصارف

يبدأ بعمل ميزانية قطاعات عرضية على موقع المجرى المراد حساب مكعبات الحفر والردم اللازمة له ويبدأ بالقطاع الأول عند الكيلو ٠,٠٥٠ من حد نزع الملكية بالبر الأيسر حتى نزع الملكية فى البر الأيمن ويؤخذ القطاع الثانى عند الكيلو ٠,٢٠٠ ثم الكيلو ٠,٤٠٠ ويستمر عمل ميزانية القطاعات كل ٢٠٠ متر حتى النهاية وقد تؤخذ قطاعات إضافية بين هذه المسافات إذا لوحظ تغيير مفاحىء فى مناسيب الأرض وتحدد المسافة التى يسرى عليها كل قطاع وترسم القطاعات الابتدائية ويطبق عليها أورنيك التربة أو المصرف عند موقع كل قطاع وتحسب بعد ذلك مساحة الحفر أو الردم اللازمة ثم تضرب هذه المساحة بالنسبة للقطاع الأول $100 \times$ ولباقى القطاعات $200 \times$ وللقطاع الأخير $100 \times$ + المسافة بعده للنهاية وبذلك تحصل على مكعبات الحفر والردم اللازمة للمجرى المذكور ويراعى عند التشغيل ترك بروفيلات بعرض خمسة أمتار تمثل القطاعات الأصلية للأعمال عند النقاط التى أخذت فيها القطاعات الابتدائية .

١١-١-٣ مواصفات الحفر ونقل الأتربة

أ - تشمل أعمال حفر التربة الطينية الثقيلة والمتوسطة والخفيفة والتربة الرملية والتربة الطبيعية المنزلة والرملية المتحركة والزلط وقطع الأحجار الصغيرة وبقايا الأعشاب والأشجار وما قد يؤدى إليه الحفر من ضرورة نزع المياه المتسربة ، والصاعدة من ينابيع أو عيون ، ولا يستثنى من بند الحفر فى العقود سوى التربة الصخرية .

ب - التربة الصخرية

التربة الصخرية وهى التربة الصلدة التى لا يمكن حفرها بآلات الحفر العادية والتى يلزم للحفر فيها إستخدام المواد الناسفة أو الآلات الثقابة أو إستخدام الخوابير والشواكيش ويسرى ذلك أيضا على الكتل الصخرية التى يزيد حجمها عن متر مكعب واحد .

وينبغى عند إجراء عمليات النسف أن تكون تحت إشراف ملاحظ ذى خبرة وأن تعتمد الإدارة مواضع الثقوب وأعماقها واتجاهاتها وكمية المفرقات التى توضع فيها والتى تكفى لنسف الحجم المطلوب دون إلحاق أى ضرر بأعمال مجاورة أو بأشخاص العاملين فى الموقع . كما يجب الإعلان المسبق عن وقت التفجير لتلافى الأضرار بالأشخاص والكائنات الموجودة بالموقع أو المارة القريبة منه .

وإذا طلبت الإدارة من المقاول تشوين ناتج الحفر كله أو بعضه فإنه يقوم بهذا التشوين بالمقاسات والميول التى تحددها الإدارة ويدخل هذا العمل ضمن فئة الحفر . وإذا لزم أخذ أتربة من التشوينات فيكون لأخذها ونقلها فئات خاصة تتناسب مع مسافة النقل « وإذا كان الغرض هو تكوين جسور لمجارى مائية فإن الفئة تشملها كذلك هذه الأتربة طبقا للمواصفات . وتشمل فئات الحفر والردم النقل بما فيه التحميل والتفريغ لمسافة لا تزيد عن مائة متر على أن تتضمن البنود الخاصة بمستندات طرح العطاءات جميع المواصفات المطلوبة .

١٢-١-٣ مواصفات الردم وحفر الإستعارة

تختبر مواد الردم كما تختبر عينات من الردم بعد دكها للتحقق من خواص التربة وصلاحتها ومحتوياتها من الرطوبة وبصفه عامة تؤخذ الأتربة اللازمة لتكوين الجسور من ناتج الحفر أو من فائض أعمال تسوية الأرض فإذا لم تكن هذه الأتربة كافية أو كانت غير صالحة للردم فإن الأتربة تؤخذ من حفر إستعارة تعتمد الإدارة صلاحية أتربتها للردم وعند إنتهاء العمل فيها يجب أن يقوم المقاول بتهذيب ميول المنطقة وتركها في حالة تقرأها الإدارة.

ويجب أن يكون الردم علي طبقات لا يزيد سمكها عن ٢٥سم بعد الدمك قبل وضع الطبقة التالية .
وقد تطلب الإدارة من المقاول ترك مسافة خالية من الردم كما هي الحال في مواقع المنشآت فإن إعادة ردم هذه المواقع وتسويتها يلتزم به المقاول ويدخل ضمن فئات الردم.
ومن الضروري في أعمال الحفر والردم مراعاة ما يأتي :

- ١- أتربة ناتج الحفر تكون منها الجسور حسب القطاعات العرضية الشاملة للموقع وحسب المواصفات والتعليمات وإذا زادت أتربة ناتج الحفر عن المطلوب لتكوين الجسور فتشون الأتربة الزائدة خارج منافع مجارى الري والصرف وبميول مناسبة لنوع التربة وبارتفاع لا يزيد عن متر ونصف متر ، وإذا خالف المقاول هذا الشرط يصير نقل هذه الأتربة على حسابه .
- ٢- يجب على المقاول البدء بتنفيذ المجارى مبتدءا من الأفمام بالنسبة لمجارى الري ومن المصببات بالنسبة لمجارى الصرف .
- ٣- يجب عدم ترك أتربه من ناتج التشغيل على المساطيح أو الميول وأى أتربة تلقى على الميول أو المساطيح تزال على حساب المقاول قبل الإستلام .
- ٤- على المقاول أن يحافظ على كل من البروفيلات ولا يجب إزالتها إلا بتصريح كتابي من الإدارة وإذا تغيرت أو مست بأى طريق أو أزيلت بدون تصريح فللإدارة حق التقدير المطلق لمقدار الأعمال التي يحصل عنها الدفع للمقاول ويكون قرارها في ذلك نهائيا .

١٣-١-٣ استلام الحفر والردم وشروط قبول العجز

تعمل الميزانية الختامية بقطاعات عرضية متباعدة ٢٠٠ متر مثل الميزانية الابتدائية ولكن في مواقع مرحلة عن مواقع القطاعات الابتدائية طبقا لما يراه مهندس الإدارة وتوقع المناسيب على القطاعات الابتدائية وتقارن بأورنيك الحفر والردم ويجب الا يزيد عجز إجمالى المكعب الختامى عن إجمالى المكعب الإبتدائى بأكثر من ٥% كما يجب ألا يكون قاع التربة أو المصرف في أى قطاع مرتفعا أكثر من ١٠ سم عن الأورنيك التصميمى وإلا طلب من المقاول إعادة العمل كذلك ينبغى ألا تكون مناسيب سطح الجسور في أى قطاع أوطى من المنسوب المقرر بأكثر من ١٠ سم . كذلك لا تقبل الزيادة في الحفر أو الردم إلا إذا رأت الإدارة أن لذلك أسبابا تبررها .

إنهيارات الميول الجانبية

يتخذ المقاول كافة الاحتياطات لمنع أى انهيارات أو إنزلاقات في الميول الجانبية للترع أو المصارف أو في الجسور . فإذا حدث إنهيار أو إنزلاق فعلى المقاول أن يقوم بعمل اللازم لتلافى أى أضرار تنتج عن ذلك وإصلاح الميول أو الجوانب المنهارة ودون المطالبة بأى زيادة في فئات الحفر المعتمدة.

١.٣-١ الحساب الختامى لأعمال الحفر والردم

بعد قيام المقاول بجميع التزاماته الموضحة بالبند السابقة بعمل الحساب الختامى لأعمال الحفر والردم من واقع الفرق بين القطاعات الابتدائية والختامية.

٢.٣ الري الحقلى وطرق الري الحديثة

١.٢.٣ متطلبات وأسس تصميم طرق الري الحقلى

١.١.٢.٣ البيانات الأساسية

يحتاج تصميم وتخطيط طرق الري الحقلى إلى معلومات عن الموقع والطبوغرافيا والتربة والمناخ والمياه والمحاصيل .

أ. الموقع :-

تنتج أجهزة المساحة المحلية والدولية خرائط ذات مقاييس رسم مختلفة ويوصى عادة باستخدام الخرائط ذات مقياس الرسم الكبير فى تصميم وتنفيذ طرق الري الحقلى وتشمل هذه الخرائط ذات المقاييس (١ : ١٢٥٠ ، ١ : ٢٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠) ويلزم تحديث الخرائط نتيجة لحدوث تغييرات فى حدود الحقول ويلزم أن يتم هذا التحديث بالموقع قبل البدء فى أعمال التخطيط .

ويرسم موقع مشروع الري على الخرائط المساحية مع تعديلها لتوضيح جميع الخصائص الرئيسية التى تؤثر على تصميم نظام الري .. ويلزم دراسة الخصائص الحالية للموقع بعناية للتأكد من أن جميع البيانات التى يمكن أن تؤثر على أعمال التصميم قد تم تضمينها وتقييمها .. وقد يكون من الضروري أن يقوم المصمم بزيارة الموقع أكثر من مرة قبل أن ينتهى من أعمال التصميم . ويجب الأخذ فى الاعتبار التفاصيل التالية:

مقياس الرسم :

يجب أن يرسم مشروع الري على الخرائط المساحية وأن يكون مقياس الرسم مناسباً بحيث يسمح بتوضيح جميع التفاصيل الضرورية ... بما فى ذلك المصارف التى تؤثر على تصميم النظام.

الأبعاد :

قد يكون من الضرورى مراجعة الأبعاد فى بعض الأجزاء التى يسمح مقياس رسم الخريطة بالحصول عليها بالدقة الكافية.

حدود مشروع الري :

يلزم تحديد حدود الحقول التى سيصير ربيها مع التركيز على حدود كل حقل على حدة كذلك يلزم تحديد المساحة الكلية التى سيصير ربيها.

مساحة الحقل :

يلزم قياس مساحة كل حقل على حدة بالفدان حيث سيكون هذا البيان مطلوباً فى أعمال التصميم.

- . **ترقيم الحقول:**
يلزم ترقيم أو تسمية كل حقل من الحقول المزمع ريها على حدة حيث تستخدم هذه الأرقام أو الأسماء فى أعمال التصميم وأيضا عند تحديد أولويات الري.
- . **إتجاه الشمال:**
يلزم إستخدام الشمال الجغرافى فى تحديد موقع المشروع ولوحات التركيب والتنفيذ التفصيلية.
- . **خطوط الكنتور:**
يلزم رسم خطوط الكنتور على فترات مناسبة لأعمال التصميم ومن الممكن أن تستخدم فترات كنتورية مختلفة لنظم الري المختلفة وعندما يكون وجود خطوط الكنتور ضروريا فى أعمال التصميم فمن الممكن أن تتم أعمال مساحية إضافية بغرض تحديد خطوط كنتور جديدة.
- . **نقط الروبير:**
تستخدم نقط الروبيرات لمراجعة صحة المناسيب الواردة فى الخرائط المساحية.
- . **المساحات التى لا تصلح للرى والمستبعدة:**
يلزم تحديد المساحات التى لا تصلح للرى بسبب تعرضها للنحر الناتج عن الرياح على سبيل المثال أو تلك التى تحتوى على طبقات صخرية أو ذات المناسيب المرتفعة مما يقلل من جدوى ريها وزراعتها.
- . **الإنحدارات:**
يلزم توضيح الإنحدارات الطبيعية لسطح التربة حيث أن هذه الإنحدارات قد تكون من العوامل المحددة للتصميم وتشغيل أجهزة ومعدات الري.
- . **الصرف:**
يلزم تحديد التفاصيل الكاملة للصرف بالموقع الذى سيتم تزويده بطرق الري الحديثة.
- . **ب - التربة :-**
تشمل بيانات خرائط الحصر التصنيفى للتربة تفاصيل التغيرات المحلية للطبقات السطحية من التربة والصرف الطبيعى لها ومن الممكن أن يشمل الحصر التصنيفى للتربة الخصائص الطبيعية والكيميائية والجيولوجية لها مع شرح لتوزيعات العناصر المختلفة بالتربة.
- . **ج - المناخ:-**
من الممكن أن تكون البيانات والأرصاء المناخية التى تصدر عن أجهزة الأرصاد الجوية يومية أو شهرية أو سنوية وتشمل هذه الأرصاد درجة الحرارة العظمى والصغرى والمتوسطه وسرعة الرياح وعدد ساعات سطوع الشمس والبحر من الحلة من طراز (أ) والرطوبة النسبية وكمية الإشعاع ودرجة حرارة الترمومتر المبتل والجاف وكمية الأمطار .

ومن الممكن أن تشمل هذه الأرصاد أيضا معدل البخر نتح القياسى وبيانات عن الرطوبة الأرضية ... ويجب ألا يقل طول الفترة الزمنية للأرصاد التى تستخدم فى أعمال التصميم عن عشرة سنوات.

د - المياه :-

سيوضح البند (٢-٢-٣) الاحتياجات المائية كما سيوضح البند ٤-٢-٣ معايير المياه الصالحة للرى.

هـ - المحاصيل :-

يلزم الحصول على التفاصيل الواردة فيما بعد بالنسبة لكل محصول على حده وحيثما يكون من المطلوب من رى مجموعة من المحاصيل فى كل موسم عن طريق نظام الري المقترح يلزم الحصول على بيانات تفصيلية لكل محصول على حدة وهى:

- أ - أنواع المحاصيل.
- ب - معاملات المحاصيل وهى العلاقة بين الاستهلاك المائى الفعلى للمحصول والاستهلاك المائى لمحصول قياسي ... ويمكن الاستعاضة عن معامل المحصول بالنسبة المئوية للغطاء الخضرى بالنسبة للمساحة الأرضية المنزرعة .
- ج - النسبة المئوية للغطاء الخضرى ويرتبط ذلك بعمر المحصول خلال مراحل النمو المختلفة والتواريخ التى يصل عندها المحصول إلى النسبة المئوية للغطاء الخضرى.
- د - عمق الجذور.
- هـ - الإتساع بين الجذور.
- و - إرتفاع المحصول الكامل النمو.
- ز - المسافة بين النباتات على طول الخطوط.
- ح - المسافة بين الخطوط.
- ط - نسبة التحميل : إذا حمل محصول على محصول آخر يلزم تحديد ما إذا كان المحصولان سيتم ريهما ويدخل فى ذلك حسابات الإستهلاك المائى ومدى مناسبة نظام الري (مثال نظام الري بالرش لمحصول واحد أو محصولين).
- ى - جداول وبرامج الري.
- ك - الأمراض المتعلقة بالمحصول.
- ل - نوعية المياه.
- م - برنامج التسميد.
- ن - برنامج الوقاية من الحشرات (المبيدات).
- ع - برنامج الوقاية من الأمراض المختلفة.
- غ - معدل البذور لوحدة المساحة.
- ف - معدل وعدد النباتات فى وحدة المساحة.
- ق - الإنتاج المحصولى.
- س - القيمة المالية للإنتاج لوحدة المساحة.
- ش - القيمة المالية الكلية للإنتاج.
- ص - تكاليف الزراعة والحصاد.
- ض - طول موسم النمو.

٢.٢.٣ الاحتياجات المائية ومقتنات الري

١.٢.٢.٣ تعريف أساسية

المقنن المائي : هو عبارة عن القدر المناسب من المياه والذي يلزم لري الفدان في فترة معينة من الزمن لإنضاج المحصول ويضاف إلى هذا القدر مقادير المياه التي تضيع بالانتقال من نقطة التوزيع إلى منطقة جذور النبات ويشمل المقنن المائي : الإستهلاك المائي + فواقد الحقل.

الإستهلاك المائي : Consumptive use : هو كمية المياه التي يحتاجها النبات (محصول معين) لبناء أنسجته وخلاياه ومضافا إلى هذه الكمية ما يفقد بالبخر من سطح الأرض المجاورة للنبات وعلى أن يكون نموه في مساحة غير محدودة وفي تربة صحيحة وتحت ظروف بيئية تمكن من الوصول إلى أقصى إنتاج.

فواقد الحقل : هي فواقد النقل من فتحة الحقل إلى منطقة جذور النبات ، وتتوقف الفواقد على نظام الري ، فتقدر بحوالى ٥٪ للري بالتنقيط ، ١٠٪ للري بالرش ، ٣٠٪ للري السطحي.

فواقد النقل : هي الفواقد من مصدر المياه إلى فتحة الحقل وتتراوح بين ١٠٪ إلى ٢٠٪ حسب المسافة وطبيعة المجرى.

٢.٢.٣ طرق تقدير الإستهلاك المائي

١.٢.٢.٣.٣ تحديد الإستهلاك الفعلى للمحاصيل الرئيسية

من واقع عينات التربة وأجهزة القياس المختلفة ، والجدول أرقام (٢-٣) ، (٣-٣) ، (٤-٣) تبين الإستهلاك المائي الفعلى للمحاصيل الرئيسية بمناطق الجمهورية الثلاث : الوجه البحرى - مصر الوسطى - مصر العليا (الدراسة المشتركة لمعهدى بحوث توزيع المياه وطرق الري - بحوث الأراضى والمياه).

٢.٢.٢.٣.٣ الطرق التقديرية الحسابية

لتحديد الإستهلاك المائي القياسى ETo (البخر نتح المقارن) ، وهناك طرق عديدة لحساب هذا الرقم :

أ - معادلة بلاتى وكريدل

$$ETo = C [P (0.46 t + 8)] \text{ ملليمتر} \quad (3-4)$$

- حيث C = معامل تصحيح يعتمد فى حسابه على الرطوبة النسبية وعدد ساعات سطوع الشمس $\frac{n}{N}$ وسرعة الرياح بالنهار والجدول رقم (٦-٣) يوضح درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح لمناطق الجمهورية الثلاث ، أما الشكل رقم (٣-٣) فيوضح كيفية تطبيق المعادلة والمثال العددي يوضح ذلك تفصيليا .

P = المتوسط اليومي لنسبة ساعات سطوع الشمس سنويا لشهر معين فى موقع معين والجدول رقم (٥-٣) يوضح هذا الرقم لخطوط عرض مختلفة.

$t =$ متوسط درجة الحرارة اليومية خلال شهر معين.

مثال عددي : احسب الاستهلاك المائى لمحصول الذرة الشامية خلال شهر يوليو بمنطقة مصر العليا.
من الجدول رقم (٥-٣) $P = 0.31$ ومن الجدول رقم (٦-٣) متوسط درجة الحرارة خلال شهر يوليو
 $= 30.27^{\circ}\text{C}$ الرطوبة 34.33% سرعة الرياح $= 1.92$ متر/ث.

- الخطوة الأولى إيجاد قيمة f وهى تساوى $f = P(0.46t + 8)$

$$f = 0.31 (0.46 \times 30.27 + 8) = 6.8 \text{ مم}$$

ومن المنحنى رقم ٢ من الشكل (٣-٣) إذا كانت $f = 6.8$ فإن $ET_o = 7.8$

ومن الجدول (٧-٣) $K_c = 0.87$...

وحيث $E_t = E_{t_o} \times K_c$

∴ الإستهلاك المائى اليومى للذرة الشامية $7.48 = 7.8 \times 0.87 =$ ملليمتر

∴ الإستهلاك المائى الشهرى للذرة الشامية فى شهر يوليو فى الوجه القبلى م^٣ / ف

$$= \frac{7.48}{1000} \times 31 \times 4200 = 974 \text{ m}^3 / \text{fed} / \text{month}$$

جدول رقم (٣-٢) الاستهلاك المائي الشهري للمحاصيل الرئيسية (م/فدان)
منطقة : مصر العليا

الموسم	الحصول/شهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالي
شتوي	قمح	٣١٩ر٢	٤٢٩ر٢	٥٧٢ر٩	٤٩١ر٤							٩٢ر٤	٢٩٠ر٢	٢١٩٥ر٣
	فول	٣١٠ر٠	٤٤٩ر٤	٥١٩ر٥								٢٤١ر٩	٣٠٦ر٢	١٨٢٧ر٠
	شعير		٥٣٠ر٠	٤٩٤ر٠								٥٥٠ر٠	٥٨٠ر٠	٢١٥٤ر٠
	حلبة	٢٦٤ر٥	٣٠٤ر٨	٣٤٥ر٠									٣٢٧ر٧	١٢٤٢ر٠
	ترمس	٢٥٣ر٠	٣١٠ر٥	٣٤٥ر٠									٣٣٣ر٥	١٢٤٢ر٠
	حمص	٢٦٤ر٥	٣٠٤ر٨	٣٥٦ر٥									٣٤٥ر٠	١٢٧٠ر٨
	عدس	٤٢٠ر٠	٤٢٠ر٠	٢٩٤ر٠								١٦٨ر٠	٣١٥ر٠	١٦١٧ر٠
	برسيم تحريش	٢٧٣ر٠	٣٩٩ر٠									٢٤٣ر٦	٢٧٣ر٠	١١٨٨ر٦
	برسيم مستلثم	٢٧٤ر٧	٤١٨ر٧	٦٢٥ر٤	٧٠٠ر٦	٥٨٧ر٢						٢٤١ر٦	٢٧٢ر٢	٣١٢٠ر٧
	كتان	٤١٠ر٠	٤٢٥ر٠	٢٨٥ر٠								١٥٠ر٠	٢٨٠ر٠	١٥٥٠ر٠
	بصل شتوي	٣١٥ر-	٣٧٣ر٨	٤٦٦ر٢	٣٧٨ر٠								١٨٩ر٠	١٧٢٢ر٠
	توم	٤٢٠ر٠	٣٩٩ر٠	٢٧٣ر٠							٤٢	٨٤ر٠	١٢٦ر٠	١٣٤٤ر٠
	خضروات شتوية	١١٧ر٦	٦٧ر٢	٧١ر٤	٥٨ر٨				٢٩ر٤	٢١٠ر٠	٢٩٤ر٨	٣٧٣ر٨	٢٨٥ر٦	١٦٠٨ر٦
	نباتات أخرى شتوية	٤٢٠ر٠	٣٩٩ر٠	٢٧٣ر٠									١٢٦ر٠	١٢١٨ر٠

تابع جدول رقم (٣-٢) الاستهلاك المائى الشهري للمحاصيل الرئيسية (م/٣/فدان)
منطقة : مصر العليا

الموسم	الخصول/شهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالي
صيفى	قطن أذرة صيفى أذرة ريفية صيفى فول صويا فصيص سكر حشيش فول سودانى يعمل صيفى خضراوات صيفية نباتات أخرى صيفية	٣٥٢ر٨	٤١٥ر٨	٥٧٥ر٤	١٠١٦ر٢	١١٠٠ر٤	١٢٧٦ر٨	١٢٤٢ر٢	١٠٥٠ر٠	٨٤٤ر٢	٥٨٣ر٨	٣٩٠ر٦	٢٦٠ر٤	٢٨٨٦ر٢ ٢٨٠٥ر٦ ٢٧٥١ر٠ ٢٩٧٥ر٤ ٩١٠٩ر٦ ٢٥٩٣ر٣ ٤٢٣٢ر٠
نبلى	ذرة نبلى ذرة ريفية نبلى خضراوات نبيلة حداائق	٢١٤ر٢	١٦ر٨	٩٢ر٤	١٤٢ر٨	٢٦٠ر٤	٦٩٧ر٢	٤٣٢ر٦	٢٠١ر٦	١٨٤ر٨	١٩٧ر٤	١١٧ر٦	٢١٤ر٢	٢٣٤٣ر٦ ٢٦٢٥ر٠
مستلم		٢١٤ر٢	٢١٤ر٦	٣٥٢ر٨	٥٨٨ر٠	٥٨٨ر٠	٦٦٧ر٨	٦٦٧ر٨	٦٣٨ر٤	٥٣٢ر٤	٤٢٤ر٢	٢٦٤ر٦	٢١٤ر٢	٥٤١٨ر٠

١. هذه الأرقام تمثل الاستهلاك المائى
٢. لحساب الاحتياج الحلقى يضاف الى هذه الأرقام فواقد النقل الحلقى ثم فواقد الحقل
٣. لحساب الاحتياجات عدد فم الرياحات يضاف الى ماسبق الفواقد على مستوى شبكات الترع المختلفة

جدول رقم (٣-٣) الاستهلاك المائي الشهري للمحاصيل الرئيسية (م/فدان)
منطقة : مصر الوسطى

إجمالي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الحصول/شهر	الموسم
١٩٦٩ر٤	٢٤٢ر٢	٤٧ر٥							٤٥٨ر١	٥٥٧ر٢	٣٢٨ر٠	٢٦٥ر٤	قمح	
١٥٦٨ر٨	٢٤٨ر٦	١٤٣ر٨							١٠١ر٦	٥٠٠ر٢	٣٠٢ر٤	٢٧٢ر٢	فول	
١٨٠٠ر٠-	٥٠٠ر٠	٤٨٠								٣٢٥ر٠	٤٩٥ر٠		شعير	
١٠٨٠ر٠-	٢٨٥ر٠									٣٠٠ر٠	٢٦٥ر٠	٢٣٠	حلبة	
١٠٨٠ر٠-	٢٩٠ر٠									٣٠٠ر٠-	٢٧٠ر٠٢	٢٢٠	ترمس	
١١٠٥ر٠	٣٠٠ر٠									٣١٠ر٠	٢٦٥ر٠	٢٣٠ر٠	حمص	
١٥٠٣ر٦	٣٧٨ر٠	٢٠١ر٦	٥٨ر٨							١٥١ر٢	٣٥٧ر٠	٣٥٧ر٠	عدس	
١٠٩٢ر٠	٢٥٦ر٢	٢٣٥ر٢									٣٥٢ر٨	٢٤٧ر٨	برسيم تحريش	
٢٨٤٢ر٢	٢٥٢ر٠	٢٣٤ر٠						٥٥٠ر٢	٦٦٣ر٦	٥٤١ر٨	٣٥٢ر٨	٢٤٧ر٨	برسيم مستديم	
١٥١٢ر٠	٢٧٣ر٠	١٤٧ر٠								٢٧٢ر٠	٤٢٠ر٠	٣٩٩ر٠	كتان	
١٧٢٢ر٠	١٨٩ر٠								٣٧٨ر٠	٤٦٦ر٢	٣٧٣ر٨	٣١٥	بصل شتوى	
١٦٠٨ر٦	٢٨٥ر٦	٣٨٣ر٨	٣٩٤ر٨	٢١٠	٢٩ر٤				٥٨ر٨	٧١ر٤	٦٧ر٢	١١٧ر٦	توم شتوى	
١٦٠٨ر٦	٢٨٥ر٦	٢٧٣ر٨	٣٩٤ر٨	٢١٠	٢٩ر٤				٥٨ر٨	٧١ر٤	٦٧ر٢	١١٧ر٧	خضروات شتوية	
١٢١٨ر٠	١٢٦ر٠									٢٧٣ر٠	٣٩٩	٤٢٠ر٠	نباتات أخرى شتوية	

تابع جدول رقم (٣-٢) الاستهلاك المائى الشهري للمحاصيل الرئيسية (م/٣/لذان)
منطقة : مصر الوسطى

الموسم	الغصن / شهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالي
صيفى	قطن			١٢٧,٧	٣٩٠,٦	٦٦٤,٠	٨٠٦,٤	٩١٥,٢	٤٢٩,٧	٢٠٧,٩	٣٦٩,٦			٣٥٤١,٥
	أرز					٢١,٠	١٣٠,٢	١٢٨٩,٤	١٤٥٧,٤	١٤٢٣,٨				٤٦٩١,٤٠
	أذرة رفيعة صيفى					٣٠٥,٨	٦٣٨,٤	٦٤٠,٨	٦٨٠,٤	١٤٧,٠				٢٤١٢,٤٠
	أذرة رفيعة صيفى					١٩٤,٢	١٢٠,١	٠,٩٣	٦١٠,٨	١٤٠,٠				٢٥٤٥,٢٠
	فول صويا					٥٧٥,٤	٩٤٥,٠	٨٩٠,٤	١٧٦,٤					٢٥٨٧,٢٠
شتوى	قصب سكر	٢٩٤,٠		٤٢٨,٤	٥١٦,٦	٧١٦,١	٧٢٨,٦	٨٥٩,٢	٩٥٠,٥	٨٩٤,٦	٦٩٠,١	٥٤١,٨	٣١٢,٥	٧١٦٧,٨٠
	قمح					٣٠٠,٠	٥٢٠,٠	٥٥٠,٠	٥٢٠,٠	٣٦٥,٠				٢٢٥٥,٠٠
	فول سودانى					٥٠٠,٠	٥٨٠,٠	١٢٠٠,٠	١٤٠٠,٠					٣٦٨٠,٠٠
	بصل صيفى													
	خضروات صيفية													
شتوى	نباتات أخرى													
	صيفية													
	أذرة نيلى													
	أذرة رفيعة نيلى													
	خضروات نيلية													
مستقيم	حداائق													٤١٤١,٠٠

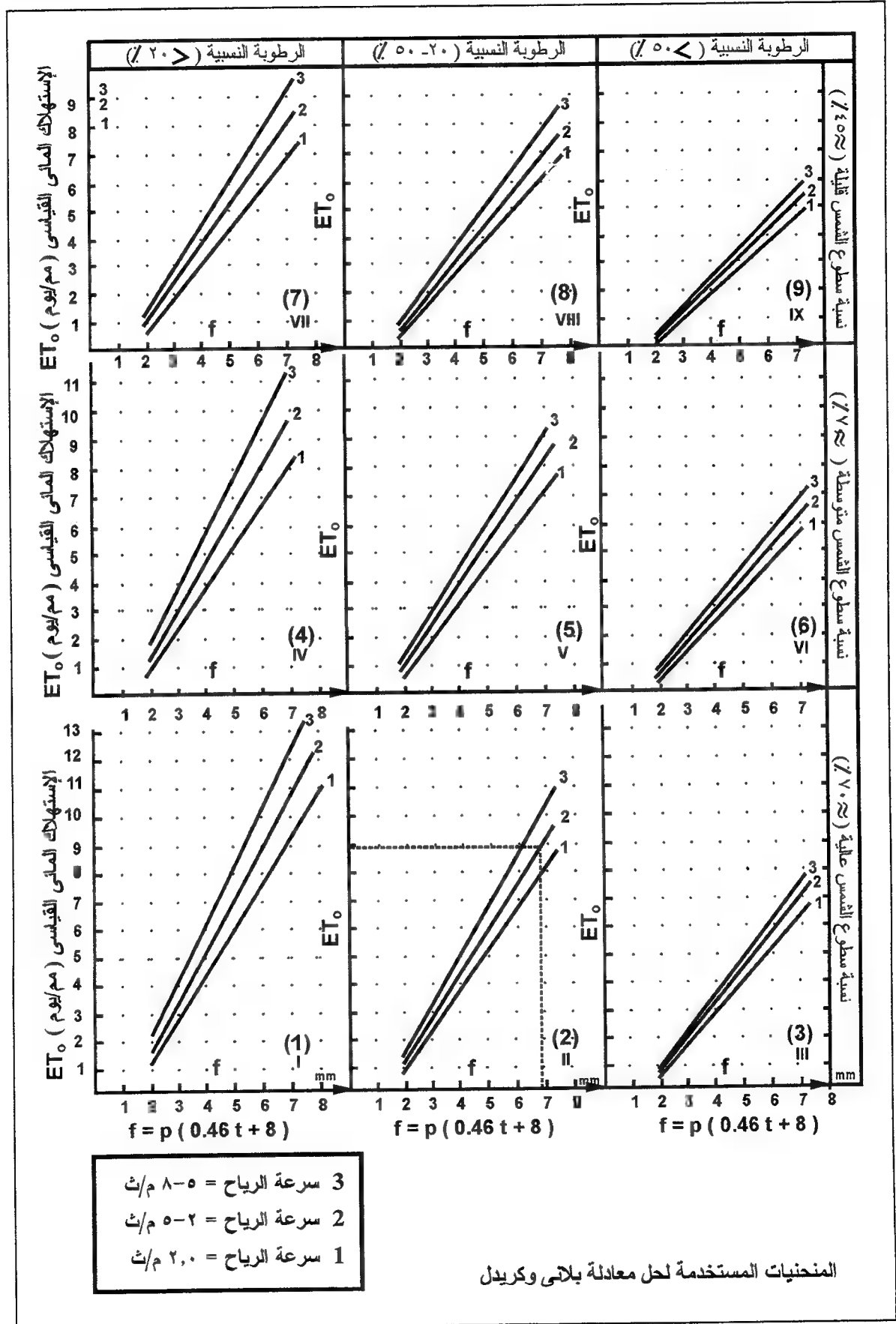
١. هذه الأرقام تمثل الاستهلاك المائى
٢. لحساب الاحتياج المائى يضاف الى هذه الأرقام فوائد النقل المائى ثم فوائد الحقل
٣. لحساب الاحتياجات عند فم الرياحات يضاف الى ماسبق الفوائد على مستوى شبكات الترع المختلفة

جدول رقم (٣-٤) الاستهلاك المائي الشهري للمحاصيل الرئيسية (م٣/فدان)
منطقة : الوجه البحري

إجمالي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	إبريل	مارس	فبراير	يناير	الحصول/شهر	الموسم
١٦٠٨٠٦	١٨٤٠٨	٢٩٤٤						١٤٢٠٨	٤٤١٠	٤٠٣٠٢	٢٣١٠	١٧٦٠٤	قمح	شتوي
١٢٨١٠	١٧٢٠٣	٥٤٠٦							١٨٠	٣٧٨٠	٢٨٩٠٧	٢٠٥٠٨	فول	
١٤٠٨٠	٤١٠٠	٣٩٠								٢٧٣٠	٣٣٥٠		شعير	
١٠٠٠	٢٥٩٠								٢٤٥	٢٨٤٠	٢٤٥	٢١٢٠	حلبة	
٩٨٠٠	٢٦٠٠								٢٣٠٠	٢٨٠٠	٢٣٠٠	٢١٠٠	ترمس	
١٠١٢٠	٢٧٠٠								٢٩٠٠	٢٩٠٠	٢٤٠٠	٢١٢٠	حمص	
١٢٣٥٠٦	٢٧٨٠	٢٠١٠٦	٥٨٠٨						١٥١٠٢	١٥١٠٢	٣٥٧٠	١٨٩٠	عسل	
٨٧٧٠٨	١٢٠٠	١٨٠٠٦							٢٦٤٠٦		٢٦٤٠٦	٢٢٢٠٦	برسيم تحريش	
٢٢٦٤٠٨	٢١٠٠	١٨٤٠٨						٤٩١٠٤	٥٩٦٠٦	٣٩٤٠٨	٢٦٤٠٦	٢٢٢٠٦	برسيم مستديم	
١٤٠٧٠	٢٢٦٠	١٨٩٠	٢٨٥٠٦							١٤٧٠	٣٧٨	٣٥٧٠	كتان	
١٦٢٩٠٤	٢١٨٠٤		٢٨٥٠٦						٣٢٣٠٤	٤٤٥٠	٣١٩٠٢	٣٢٣٠٤	بصل شتوي	
١٣٦٠٨	٣٠٢٠٤	٢٢٦٠٨	٢٨٥٠٦	٨٤					٥٤٠٦	٦٧٠٢	١٢١٠٨	٢١٨٠٤	توم	
١٣٦٠٨	٣٠٢٠٤	٢٢٦٠٨	٢٨٥٠٦	٨٤					٥٤٠٦	٦٧٠٢	١٢١٠٨	٢١٨٠٤	خضروات شتوية	
١١١٣	١٨٩		٢٨٥٠٦							٢١٠	٣٧٨٠	٣٣٦٠	نباتات أخرى شتوية	

تابع جدول رقم (٣-٤) الاستهلاك المائى الشهري للمحاصيل الرئيسية (٣/٤/٥) (لدادان)
منطقة : الوجه البحري

الموسم	الحصول / شهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالي	
صيفي	قطن				٢٣١	٥١٦,٦	٦٤٦,٨	٧٤٢,٤	٣٨٦,٤	١٨٠,٦	٣٦٩,٦			٢٨١٨,٢	
	أذرة					٢١,٠	١٣٠,٢	١٢٨٩,٢	١٤٥٧,٤	١٤٢٣,٨				٤٦٩١,٢	
	أذرة صيفي					٢٠١,٢	٥٥٨,٦	٨٤٢,٤	٦٩٣,٤	١٣٣,٦				٢٤٣٠,٢	
	أذرة رفيعة صيفي					١٩١,٢	٥١٠,٣	٨٣٠,٠	٦٨١,٥	١٢٥,٠				٢٣٣٨,٠	
	فول صويا					٤٦٦,٢	٨١٩,٠	٥٨٣,٨	١٥١,٢					٢٠٢٠,٢	
	قصب سكر														
	سمسم					٢٦١,٧	٤٢٨,٤	٥٠٧,٨	٥٠٤	٣٤٥,٧				٢٠٤٧,٦	
	فول سوداني					٤٨٠,٠	٥٦٥,٠	١٠٦٦,٠	١٢٤٨,٠					٣٣٥٩,٠	
	بصل صيفي														
	خضروات صيفية					٣٤٨,٦	٤٠٣,٢	٢٩٤,٠	١٧٦,٤	١٨٩,٠	١١٧,٦	٧١,٤		١٩١٥,٠	
	نباتات أخرى					١٣٨,٦	٤٨٣,٠	٥٣٨,٦	٤٢٨,٤	٤١٦,٦	٧١,٤			٢٠٧٠,٦	
	صيفية														
	شتوي	ذرة شتوي							٢٤٧,٨	٦٨٨,٨	٧٣٩,٢	٤٦٦,٢	١٠٩,٢		٢٢٥١,٢
		ذرة رفيعة شتوي							٢٣٠,٢	٦٧٠,٥	٧٢٥,١	٤٥٢,٣	١٠٠,٥		٢١٧٨,٦
		خضروات شتوية							٢٧,٨	٢١٨,٤	٤٢٠,٠	٣٩٠,٦	٢٨٩,٨	١٨٤,٨	١٥٤١,٤
حاصلات						٤٥٣,٦	٥٠٨,٢	٥٧٩,٦	٦٤٦,٨	٦٣٠,٦	٤٢٦,٨			٢٥٠,٦	
مستلم						٤٢٦,٨	٣٣٣,٢								



شكل رقم (٣-٣)

جدول رقم (٣-٥) النسبة عدد ساعات النهار سنوياً لشهر معين (المعامل ١)

خط عرض	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
شمال ٢٥	٢٣	٢٥	٢٧	٢٩	٣١	٣٢	٣٢	٣٠	٢٨	٢٥	٢٣	٢٢
شمال ٢٠	٢٤	٢٥	٢٧	٢٩	٣١	٣٢	٣١	٣٠	٢٨	٢٦	٢٤	٢٣
شمال ٢٥	٢٤	٢٦	٢٧	٢٩	٣٠	٣١	٣١	٢٩	٢٨	٢٦	٢٥	٢٤
شمال ٢٠	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣٠	٢٩	٢٨	٢٦	٢٥	٢٤

• جدول رقم (٦-٣) يوضح متوسط درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح في المناطق الثلاث
سرعة الرياح متوسط درجاة الحرارة (استفجراد)

[illegible]

تقرير رقم ١٧ مشروع الخطة المتكاملة

Table (3-7)
Monthly Consumptive Use Coefficients for Blaney – Criddle Formula

Crop	K _c Coef.												Seasonal Coef. K _c
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Cotton	-	-	0.26	0.39	0.66	1.07	1.03	0.56	0.51	-	-	-	0.705
Corn	-	-	-	0.36	0.71	1.06	0.87	0.60	-	-	-	-	0.791
Wheat	0.49	0.59	0.66	0.49	0.31	-	-	-	-	-	0.46	0.47	0.512
Berseem	0.31	0.42	0.72	0.82	0.64	0.25	-	-	-	0.31	0.37	0.62	0.561
Cit. Orch	0.35	0.51	0.55	0.57	0.60	0.64	0.70	0.64	0.56	0.56	0.42	0.32	0.537

Table (3-8)*

Reference crop evapotranspiration (Eto) for Different Regions of Egypt as Calculated by Modified Penman
(mm / day)

LOWER EGYPT		Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Region													
El-Mansora		2.25	3.37	4.45	5.85	7.06	7.69	7.00	6.13	5.33	4.28	2.99	2.55
Sakha		2.04	2.57	3.78	5.00	6.31	6.90	6.50	5.97	5.09	3.81	2.63	1.86
Gimmeza		1.75	2.48	3.46	5.04	6.77	7.05	6.83	5.76	4.81	3.95	2.51	1.48
Average		2.01	2.81	3.90	5.30	6.71	7.21	6.78	5.95	5.08	4.01	2.71	1.96
MIDDLE EGYPT		Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Giza		2.33	3.16	4.63	6.08	7.49	8.48	7.87	6.89	5.92	4.68	2.88	2.32
Beni-Suef		2.55	3.42	4.76	6.69	7.49	8.16	7.84	7.21	6.89	5.36	3.48	5.52
El-Menya		2.42	3.20	4.58	6.19	7.19	7.90	7.68	7.09	5.97	4.79	3.22	2.32
Mellawi		2.50	3.31	4.81	6.78	9.03	8.74	7.19	6.47	6.24	4.81	3.03	2.24
Average		2.45	3.27	4.69	6.43	7.80	8.32	7.64	6.91	6.25	4.81	3.15	2.35
UPPER		Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Assuit		3.51	4.75	6.49	8.40	10.12	11.00	9.90	8.54	8.67	6.39	4.74	3.37
Shandaweel		3.24	4.10	5.89	7.63	9.14	9.62	8.56	8.23	7.45	5.04	3.89	3.16
Kom-Ombo		3.72	4.93	6.56	7.65	8.31	9.14	8.72	8.63	7.70	6.33	4.77	5.77
Average		3.49	5.11	6.31	7.89	9.19	9.92	9.06	8.80	7.94	5.92	4.47	3.43

*تقرير رقم ١٧ مشروع الخطة المتكاملة

Table (3-9) *
Regional K_c Values (Computed according to Modified Penman

Crop	Zone	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Seasonal
Cotton	LOWER			0.46	0.35	0.59	0.71	0.84	0.50	0.34				0.54
	MIDDLE			0.41	0.48	0.65	0.78	0.92	0.48	0.40				0.59
	UPPER			0.52	0.53	0.52	0.67	0.83	0.43					0.58
Summer Corn	LOWER					0.48	0.61	0.96	0.90	0.52				0.75
	MIDDLE					0.41	0.61	0.95	0.76	0.46				0.70
	UPPER					0.42	0.55	0.85	0.64	0.34				0.62
Nili Corn	LOWER							0.58	0.98	1.16	0.89	0.80		0.90
	MIDDLE							0.53	0.74	0.96	0.85	0.72		0.78
	UPPER							0.46	0.62	0.81	0.74	0.50		0.67
Sorghum	UPPER						0.51	0.68	0.84	0.55				0.65
Wheat	LOWER	0.70	0.70	0.80	0.66	0.42							0.72	0.64
	MIDDLE	0.83	0.85	0.91	0.60	0.43						0.48	0.79	0.70
	UPPER	0.70	0.71	0.70	0.49							0.49	0.65	0.62
Clover	LOWER	0.85	0.80	0.78	0.89	0.56						0.54	0.82	0.74
	MIDDLE	0.77	0.91	0.89	0.82	0.54						0.59	0.85	0.76
	UPPER	0.61	0.70	0.76	0.71	0.49						0.43	0.61	0.61
Horse Beans	LOWER	0.78	0.88	0.75	0.41							0.47	0.67	0.66
	MIDDLE	0.85	0.79	0.82	0.38							0.54	0.81	0.69
	UPPER	0.68	0.75	0.63								0.43	0.68	0.63
Sugar Cane	MIDDLE	0.61	0.76	0.70	0.64	0.71	0.73	0.86	1.06	1.14	1.10	1.36	1.02	0.87
	UPPER	0.57	0.59	0.51	0.58	0.85	0.88	1.08	1.09	1.05	0.10	1.03	0.87	0.87

*تقرير رقم ١٧ مشروع الخططة المتكاملة

ب - معادلة بنمان المعدلة :

$$ET_o = c [W.R_n + (1-W). f(u).(e_a - e_d)]$$

Radiation aerodynamic
term term

where: ET_o = reference crop evapotranspiration in mm/day
 W = temperature – related weighting factor
 R_n = net radiation in equivalent evaporation in mm/day
 $f(u)$ = wind – related function.
 $(e_a - e_d)$ = difference between the saturation vapour pressure at mean air temperature and the mean actual vapour pressure of the air, both in mbar.
 c = adjustment factor to compensate for the effect of day and night weather conditions.

الجدول رقم (٨-٣) يبين ET_o لمواقع مختلفة في مناطق مصر الثلاث والكشف رقم (٩-٣) يوضح K_c للمحاصيل الرئيسية في تلك المناطق شهريا وهى الأرقام المستخدمة في تطبيق هذه المعادلة لحساب الاستهلاك المائى.

مثال : إحسب الإستهلاك المائى لمحصول القطن فى الوجه البحرى خلال شهر يونيو.

من الجدول (٨-٣) فإن $ET_o = 7.21$ ومن الكشف (٩-٣) فإن $K_c = 0.71$

∴ الإستهلاك المائى اليومى خلال يونيو $E_{tc} = 0.71 \times 7.21 = 5.12$ mms

∴ الاستهلاك المائى خلال الشهر

$$= \frac{5.12}{1000} \times 30 \times 4200 = 654 \text{ m}^3 / \text{fed} / \text{month}$$

ج - معادلة الوعاء القياسى للتبخر :

حيث :

$$ET_o = K_p \cdot E_{pan} \quad (3-5)$$

E_{pan} = التبخر من سطح المياه بالوعاء القياسى بالمليمتر فى اليوم.
ويمثل قيمة متوسطة المقاس بها .

K_p = معامل خاص بنوع الوعاء القياسى والأوعية القياسية لها أنواع متعددة وأكثرها شيوعا وإنتشارا وأيضا - أوصت التجارب بإستخدامه فى مصر - الوعاء Class A

ويستخدم الجدول رقم (١٠-٣) لتحديد قيمة معامل الوعاء القياسى Class A

جدول (١٠-٣)
قيم معامل الوعاء القياسي (K_p) للوعاء Class A pan وذلك تبعا لغطاء خضري مختلف كذا رطوبة
نسبية مختلفة ورياح لمدة ٢٤ ساعة

وعاء قياس AS موضوع في أرض جافة خالية من الزراعة				وعاء قياس AS موضوع في أرض مزرعة بنبات قصير أخضر				وعاء Class A -pan
<٧٠٪	٧٠-٨٠٪	>٨٠٪		<٧٠٪	٧٠-٨٠٪	>٨٠٪		متوسط الرطوبة النسبية
			المسافة الخالية من الزراعة في إتجاه الرياح (بالمتر)				المسافة الخالية من الزراعة في إتجاه الرياح (بالمتر)	سرعة الرياح بالم/اليوم
٠,٥٨	٠,٨٠	٠,٧٠	١	٠,٧٥	٠,٦٥	٠,٥٥	١	رياح خفيفة > ١٧٥
٠,٨٠	٠,٧٠	٠,٦٠	١٠	٠,٨٥	٠,٧٥	٠,٦٥	١٠	
٠,٧٥	٠,٦٥	٠,٥٥	١٠٠	٠,٨٥	٠,٨٠	٠,٧٠	١٠٠	
	٠,٦٠	٠,٥٠	١٠٠٠	٠,٨٥	٠,٥٨	٠,٧٥	١٠٠٠	
٠,٨٠	٠,٧٥	٠,٦٥	١	٠,٦٥	٠,٦٠	٠,٥٠	١	رياح متوسطة ٤٢٥-١٧٥
٠,٧٠	٠,٦٥	٠,٥٥	١٠	٠,٧٥	٠,٧٠	٠,٦٠	١٠	
٠,٦٥	٠,٦٠	٠,٥٠	١٠٠	٠,٨٠	٠,٧٥	٠,٦٥	١٠٠	
٠,٦٠	٠,٥٥	٠,٤٥	١٠٠٠	٠,٨٠	٠,٨٠	٠,٧٠	١٠٠٠	
٠,٧٠	٠,٦٥	٠,٦٠	١	٠,٦٠	٠,٥٠	٠,٤٥		رياح قوية ٧٠٠-٤٢٥
٠,٦٥	٠,٥٥	٠,٥٠	١٠	٠,٦٥	٠,٦٠	٠,٥٥		
٠,٦٠	٠,٥٠	٠,٤٥	١٠٠	٠,٧٠	٠,٦٥	٠,٦٠		
٠,٥٥	٠,٤٥	٠,٤٠	١٠٠٠	٠,٧٥	٠,٧٠	٠,٦٥		
٠,٦٥	٠,٥٠	٠,٥٠	١	٠,٥٠	٠,٤٥	٠,٤٠	١	رياح قوية جدا ٧٠٠ <
٠,٥٥	٠,٤٥	٠,٤٥	١٠	٠,٦٠	٠,٥٥	٠,٤٥	١٠	
٠,٥٠	٠,٤٠	٠,٤٠	١٠٠	٠,٥٦	٠,٦٠	٠,٥٠	١٠٠	
٠,٤٥		٠,٣٥	١٠٠٠	٠,٥٦	٠,٦٠	٠,٥٥	١٠٠٠	

٣-٢-٢-٣ حساب أقصى الاحتياجات

إستخدام الإستهلاك المائى الفعلى فى حساب الإحتياجات المائية التصميمية والفعلية لطرق الري المختلفة :

من المعروف أنه لحساب المقننات المائية والتي يمكن أن يصمم نظام الري على أساسها للوفاء بأقصى الإحتياجات يجب أن يؤخذ فى الإعتبار كل من القيم التالية :

- ١ - الإستهلاك الفعلى للمحاصيل .
- ٢ - الإحتياجات المائية الأخرى مثل :
 - أ - غسيل التربة فى حالة الإحتياج إليه .
 - ب - كفاءات الري المختلفة (الفاقد فى المياه) .

وتستخدم معادلة الإلتزان المائى داخل الحقل للحصول أولاً على إحتياجات الري الفعلية وهى الفرق بين الفاقد والمكتسب من المياه على المستوى الحقلى :

$$I_n = ET_{aop} - (P_o + C_o + W_b) \quad (3-6)$$

حيث :

الإحتياج المائى الفعلى .	=	I_n
الإستهلاك المائى الفعلى للمحاصيل .	=	ET_{aop}
عمق (سمك) سقوط الأمطار .	=	P_o
ما يمكن الإستفادة منه من المياه الأرضية .	=	C_o
المخزون من المياه فى منطقة جذور النبات والذي يمكن الإستفادة منه عند بداية الري .	=	W_b

ويعبر عن جميع العوامل السابقة على أساس عمق المياه بالمليمتر وذلك إما على أساس موسمى أو شهرى أو كل عشرة أيام ويتوقف ذلك على مدى الدقة المطلوبة فى الحساب .
ولحساب الاحتياجات التصميمية تؤخذ العوامل السابق ذكرها من غسيل للتربة وفواقد مختلفة (كفاءات الري) وذلك بإستخدام المعادلة :

$$V_1 = \frac{1}{Ep} \times \frac{A_x I_n}{[1 - L_R]} \quad (3-7)$$

كفاءة الري الكلية للمشروع ويعبر عنه بنسبه فى المائه .	=	E_p	حيث أن
الإحتياج المائى الفعلى للمحاصيل معبرا عنه بالمليمتر / شهر .	=	I_n	
إحتياج غسيل التربة معبرا عنه بنسبه مئوية	=	L_R	
الإحتياج المائى الإجمالى فى الفترة الزمنية م٣ .	=	V_I	
المساحة	=	A	

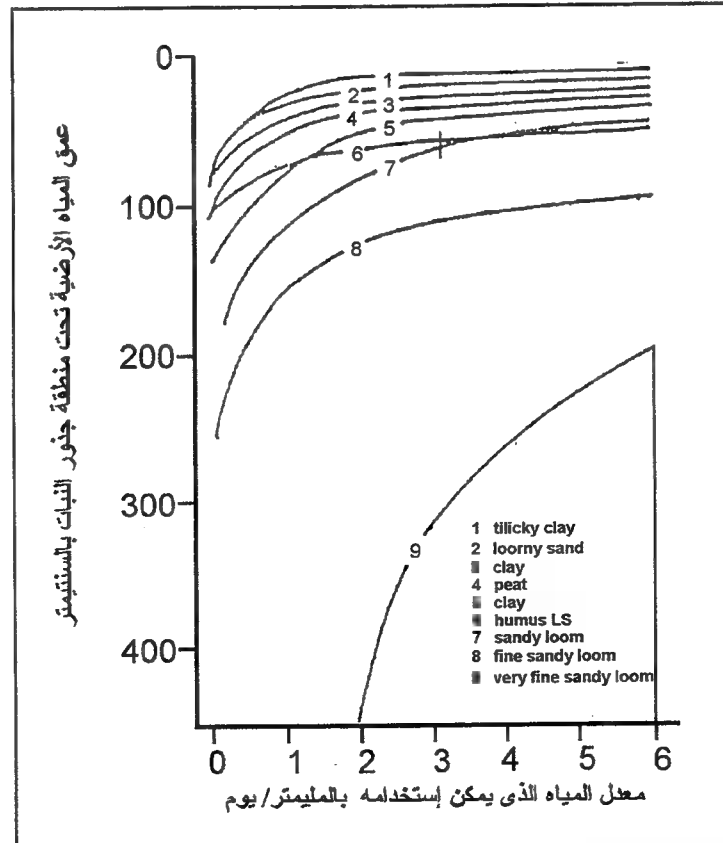
يلى ذلك حساب هذه المعادلة فى فترة شهر أقصى الإحتياجات أى تأخذ الفترة الزمنية لأقصى الإحتياجات وقيمها فى حل المعادلة فينتج أقصى الإحتياجات V_{max} :
كما يضاف بعد ذلك معامل أمان كما جرت العادة فى تصميم جميع الأعمال الهندسية .
الإحتياج التصميمى لنظام الري = V_{max} + معامل أمان .

ملحوظة هامة : من المعتاد أن يكون توقيت غسيل التربة مختلف عن مده أقصى الاحتياجات وقد يؤخذ ذلك في الاعتبار ولكن يمكن أيضاً أن تتم عمليات الغسيل في مختلف مراحل النمو حيث يعتمد ذلك على نوعية مياه الغسيل ونوعية التربة .

- وعلى ذلك يمكن تلخيص الحسابات الخاصة بتصميم طرق ونظم الري في النقاط الأربعة التالية :
- ١ - حساب الإستهلاك المائي الفعلي ET_{aop} وذلك عن طريق حساب الإستهلاك المائي المقارن ET_0 ومعامل المحاصيل K_C كما سبق ذكره ثم يتم استخدام قيمة ET_{aop} القصوى (أعلى شهر) .
 - ٢ - حساب احتياجات الري الفعلية I_n .
 - ٣ - حساب الاحتياجات المائية الأخرى مثل غسيل التربة وكفاءات الري حيث يؤخذ في الاعتبار كفاءة الري التطبيقية وكفاءات توصيل ونقل المياه مجتمعة وبذلك يمكن حساب V_I .
 - ٤ - تؤخذ بيانات شهر أقصى الاحتياجات مما ينتج عنه V_{max} ويضاف بعد ذلك معامل الأمان .

ومن الجدير بالذكر أن عمق سقوط الأمطار لا يؤخذ في الاعتبار في معظم مناطق مصر ما عدا المناطق الساحلية وسيناء .

أما كمية المياه المستخدمة من المياه الأرضية فيمكن أن يستدل عليها من المنحنيات التالية والمنشورة عن طريق منظمة FAO الأغذية والزراعة العالمية وذلك حسب نوع التربة وعمق المياه تحت سطحها (شكل ٣ - ٤) .



شكل (٣ - ٤) منحنيات منظمة الأغذية والزراعة العالمية لحساب المياه المستخدمة من المياه الأرضية

أما حسابات المخزون فى التربة فى عمق جذور النبات فهو كمية متغيرة جدا تعتمد على ما إذا كانت الأرض متروكة (شراقي) أى الأرض فى حالة جفاف بدون ري قبل الزراعة أو يتم إعطاء ريه ما قبل الزراعة أو نزول أمطار مما قد يترك الأرض فى حالة السعة الحقلية ومما يساعد أيضا على غسيل التربة ومن المعروف أن المياه المخزونة لا يمكن للنبات أن يستخدمها بالكامل وإنما تكون كفاءة إستخدامها ٦٠-٧٠ ٪ ويتوقف ذلك على العوامل الجوية ونوع التربة والوقت ما بين الريات ومن المعتاد أن يقدر المخزون بأخذ عينات من التربة وتحليلها لمعرفة المحتوى المائى .

إحتياجات غسيل التربة من الملوحة

وتحسب إحتياجات غسيل التربة كما يلى :-

تتأثر كمية المياه التى تحتاجها التربة فى الغسيل بالعوامل التالية:

أ - نوعية مياه الغسيل (الري) .

ب - طرق الري والعمليات الزراعية المختلفة .

ج - حالة التربة وكفاءة الصرف بها .

د - وجود أمطار من عدمه .

ومن المعتاد أن نسبة الملوحة تزداد فى التربة خلال فترة الموسم الزراعى وتعرف الإحتياجات المائية لغسل التربة على إنها أقل كمية مياه ري مطلوب توفيرها لتصرف من خلال منطقة عمق جذور النبات وذلك للتحكم فى الملوحة والحفاظ عليها فى مستوى محدد يرجى الرجوع الى بند ١-٢-٤-١ .

٢-٢-٣-٤ حساب كفاءات الري

هناك تعريفات كثيرة لأنواع مختلفة من كفاءات الري ويؤخذ عادة فى الإعتبار لأغراض تصميم طرق ونظم الري الكفاءات التالية والسابق تعريفها :

١- كفاءة التطبيق E_a

٢- كفاءة التوصيل E_d

على مستوى التوزيع الحقلى لطرق الري .

وعلى مستوى التوزيع الكلى لنظم الري .

وتعتمد قيمتها على إذا كانت الترع المستخدمة مبطنة أو مواسير من عدمه كذا نظام الري

بمناوبات أو لإطلاق مياه بصفة مستمرة - وأطوال الترع و قطاعاتها .

وتكون الكفاءة الكلية هى محصلة ضرب كفاءة التطبيق x كفاءة التوصيل (المستوى المطلوب) ويمكن أن تستخدم الأرقام فى الجدول التالى للإسترشاد.

قيم كفاءة التطبيق

٠,٥٥	التربة الخفيفة	م
٠,٧٠	تربة متوسطة	ن
٠,٦٠	تربة ثقيلة	ج
٠,٨٠ – ٠,٦٠	الري في أحواض وشرائح مستوية	ل
٠,٧٥ – ٠,٦٠	الري في شرايح ذات ميل	ل
٠,٥٥ – ٠,٥٠	الري في المراوى الكنتورية	ل
٠,٥٥ – ٠,٧٠	الري في خطوط	ل
٠,٧٠ – ٠,٥٥	الري في الأرض المتعرجة	ل
تصل حتى ٨٠ %	الري تحت السطحي	ل
٠,٦٠	الري بالرش في الأجواء الحارة	ل
٠,٧٠	المتوسطة	ل
٠,٨٠	الرطوبة والباردة	ل

٣-٢-٣ الأنواع المختلفة لطرق الري الحقلية

١-٣-٢-٣ الري السطحي

١-١-٣-٢-٣ مقدمة :

ارتبط ظهور الحضارات القديمة ارتباطاً وثيقاً بمنشأ وتقدم الري .. كما أن معظم الحضارات ازدهرت حول مجارى الأنهار كما هو الحال في مصر والعراق .. وتمتاز الزراعة بإمكانية التحكم في عوامل الإنتاج بدرجة أكفأ مما هو مشاهد بالزراعة الجافة (Dry farming) في الغالب لا يمكن الإعتماد على الأمطار فقط كمصدر للري إذا ما أريد الحصول على أقصى ربحية ممكنة .. إذ عندما يتوافر نظام ثابت تحت هذه الظروف يسمح بالمحافظة على مستوى الرطوبة بالأرض عند حده الأمثل فإنه يمكن الحصول على أقصى قيمة من عوامل الإنتاج الأخرى ..

ولإختيار نظام الري يجب أن يؤخذ في الاعتبار مدى كفايته (Adequacy) وكفاءته (Efficiency) وتعتبر عملية الري كافية عندما تحافظ على بقاء الماء متيسراً عند سطوح الإمتصاص بالجذور وإذا ما تحددت الكمية الواجب إضافتها فإن تحقيق كفاءة الري يمكن الوصول إليه بتعديل الفقد في مياه الجريان السطحي (Surface Runoff) وكذلك في مياه التسرب الجوفي (Deep Percolation) أسفل منطقة الجذور وهناك طرق عديدة للري يمكن للمزارعين إختيار أى منها أو إحداث تحويل بها لتلائم بذلك ظروفهم الخاصة غير أن سوء إختيار أو تصميم النظام المقترح للري يؤدي بلا شك إلى كفاءة منخفضة وسوء إستغلال لمياه الري وعموماً فإن تصميم ري متكامل بالمزرعة لابد أن يكفل بكفاءة عالية ما يأتي :

- ١- أن تؤدي عملية الري الحقلية إلى توزيع المياه توزيعاً منتظماً على كل جزء من أجزاء المساحة المطلوب ريها .
- ٢- توصيل المياه بكميات كافية لإحتياج النبات في موسم أقصى الإحتياجات .
- ٣- تقليل الأنتفاش في التربة بقدر الإمكان وعدم تكوين ملوحة أو قلوية أو سوء تهوية .

- ٤- تقليل الجريان السطحي لمياه الري ما أمكن .
- ٥- تقليل العمالة اللازمة لعمليات الري .
- ٦- تقليل المساحة اللازمة لإنشاء مساقى الري ما أمكن .
- ٧- السماح بحرية الحركة للألات الزراعية أثناء إعداد الأرض للزراعة وكذلك أعمال الخدمة الزراعية .
- ٨- توزيع مياه الري على الحقول حسب احتياجها .
- ٩- اختيار الطريقة الملائمة للري حسب المحصول وطبوغرافية الأرض وكميات المياه .
- ١٠- تنظيم وإحكام رقابة مياه الري .

٢.١.٣.٢.٣ المعلومات اللازمة للتصميم

(١) مصدر المياه : Water resources

يجب معرفة مواقع التغذية بالمياه ونوعية المياه وأقصى تصرف وكذلك مناسيبها ومناسيب المياه الأرضية ومتوسط سقوط الأمطار .

(٢) المساحة الطبوغرافية

يجب عمل خرائط طبوغرافية موقعا عليها المناسيب وذلك لإجراء أعمال التعديل والتسوية وهذه ضرورية ولازمه للري السطحي أكثر من الري بالرش .

(٣) مباحث التربة : Soil Survey

يجب إجراء مباحث لمعرفة ملمس التربة (Soil Texture)
وبناء التربة (Soil Structure)
ودرجة النفاذية (Permeability)
ومنسوب المياه الأرضية (Water table)

(٤) مصدر الطاقة : (Source of Power)

يجب معرفة مصدر الطاقة وموقعها ونوعيتها وكيفية الحصول عليها وأثمان الطاقة

(٥) التركيب المحصولي وتسويق المحصولات :

Crop pattern and crop marketing

يجب معرفة التركيب المحصولي وأنواع المحصولات ومساحة كل مزرعة وحدودها وطرق تسويق المحصولات .

(٦) مصدر العمالة :

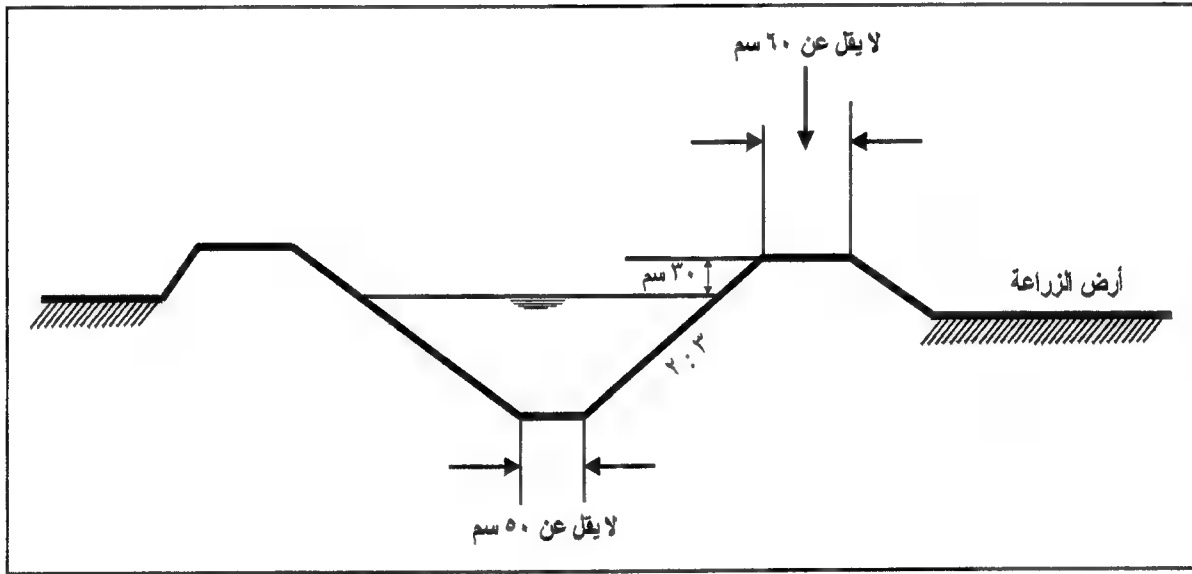
يجب الإلمام بمصدر الحصول على العمالة اللازمة للعمليات الزراعية وأجورهم ودرجة مهاراتهم .

٣.١.٣.٢.٣ طرق توصيل مياه الري بالحقل

توجد ثلاث طرق رئيسية لتوصيل المياه للمزرعة وهى :

١- نظام قنوات الري المفتوحة :

- أ - هذا النظام أكثر شيوعاً وتتغذى قناة الري من فتحة من التربة العمومية (Turn out) وهى عادة تكون ماسورة وقد حددت وزارة الموارد المائية والري أقطار المواسير والزماد المنتفع عليها (بند ١-١-٢).
- ب - تنشأ القنوات (المساقى الخاصة) بسعة تكفى لمرور التصريف بها و جسور أعلى من مستوى أرض الزراعة وميول جانبيه مناسبة ويوضح الشكل رقم (٣-٥) القطاع العرضى لمسقة خصوصية.



شكل (٣ - ٥) (قطاع عرضى لمسقة خصوصية)

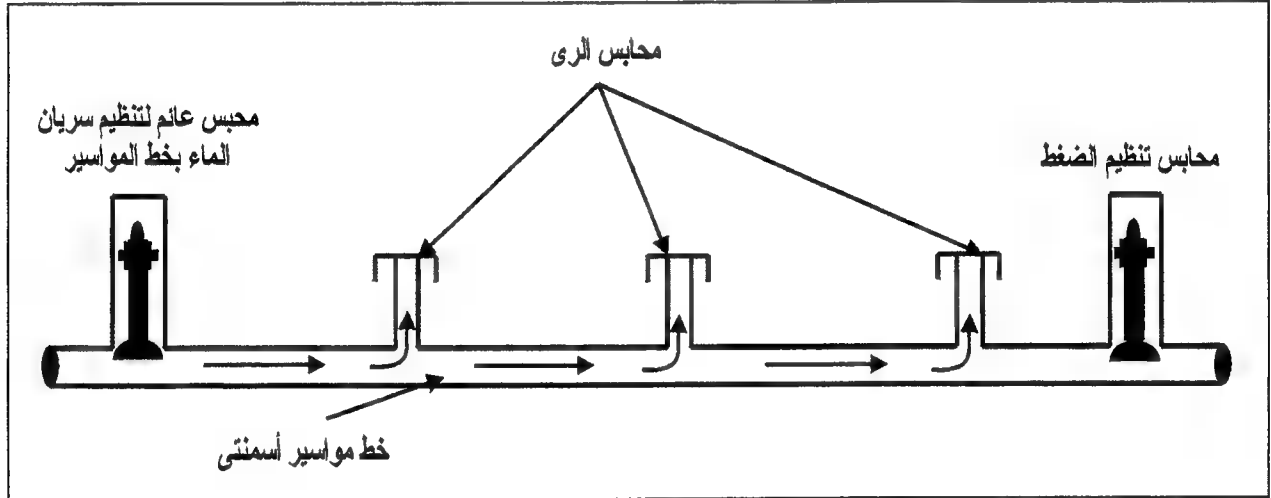
- ج - تصمم وتنفذ هذه المساقى لتحمل مياه الري دون حدوث إنجراف ويكون إنحدارها غالباً قليلاً لا يزيد عن ٠,١ ٪ فإذا زادت عن ذلك فإن السرعة تجعلها عرضة للنحر أو التهايل وهنا تستخدم بعض الأعمال الإنشائية مثل المساقط (Drops) إذا زاد الإنحدار عن ٠,٢٥ ٪.
- د - يستحسن تبطين القنوات الرملية بالخرسانة لتقليل الفاقد (سمك لا يقل عن ٥ سم) .
- هـ - عادة تقام على القناة الرئيسية أعمال هندسية لتقسيم المياه بين المنتفعين مثل (Division Boxes) لتقسيم المياه بين فرعين أو أكثر .
- و - لقياس كميات المياه المضافة للأرض عادة تزود هذه المراوى بأجهزة قياس التصريف مثل (Weirs or Flumes) .
- ل - للتحكم فى منسوب الماء بالمروى يقام Ditch Check الذى يمكن عمله من الخشب أو الألواح المعدنية .

(٢) نظام خطوط المواسير ذات الضغط المنخفض

Lower Pressure pipeline system

- أ - هذه الطريقة ذات كفاءة عالية حيث ينعلم بالفقد بالرشح والبخر وتقل تكاليف الصيانه وتزداد السيطرة على مياه الري .
- ب - يكون الضغط الداخلى حوالى ٨,٥ رطل / بوصة المربعة (٠,٦ كجم / سم^٢) .

- ج - تنشأ قناة رى رئيسية بالمزرعة بحيث يكون مسارها بأعلى كنتور ثم يؤخذ منها مواسير متنقلة معدنية خفيفة أو pvc وذات بوابات لتوزيع المياه بالحقل .
- د - توزيع المياه من المواسير المدفونه بواسطة " Risers " مركب عليها محابس (Alfalfa Valves) والمواسير المتنقلة فتزود ببوابات تتحكم فى التصريف .
- هـ - تزود هذه المواسير فى مبدئها بأجهزة خاصة (flow meter) لقياس التصريف .



شكل (٦-٣)

٣) نظام خطوط المواسير ذات الضغط المرتفع High pressure pipe system

- ١- يشتمل هذا النظام على مجموعة من خطوط المواسير المستديمة او المتنقلة أو تجمع كليهما وفى المساحات الصغيرة تكون المواسير الرئيسية متنقلة .
- ٢- تكون المواسير المدفونه معدنية أو أسبتوس أو أسمنتية والمتنقلة من المعدن فقط .
- ٣- تركيب طلمبات متنقلة على قنوات الري الرئيسية وتضخ المياه فى المواسير ومن ثم توزع بالرشاشات .
- ٤- يلزمها ضغط ٢,٧ كجم / سم^٢ تقريباً .
- ٥- عادة تزود خطوط المواسير الرئيسية عند اتصالها بالفرعيات (Laterals) بأجهزة لقياس الضغط وصمامات للتحكم فى الضغط الداخلى فى حدود التصميم .

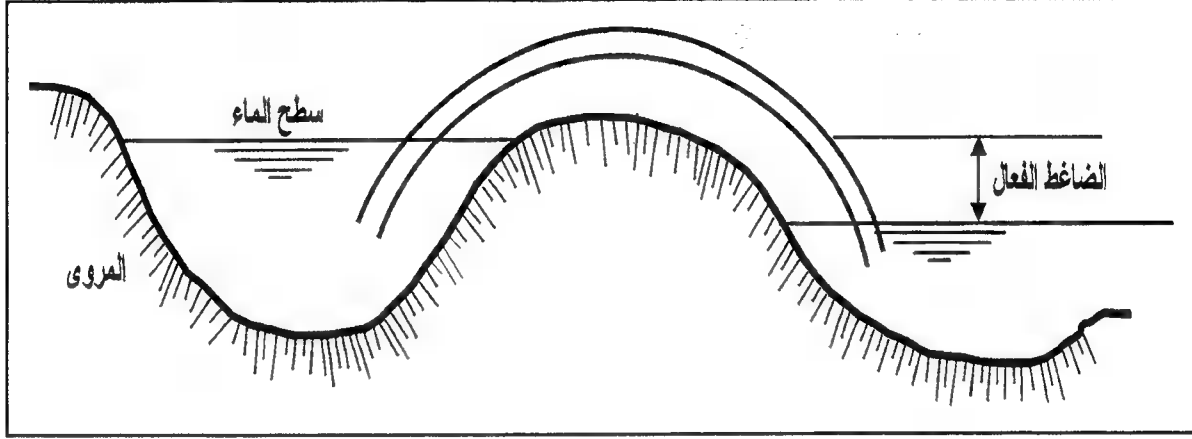
٤-١-٣-٢ طرق توزيع مياه الري بالمزرعة

Method for distributing irrigation water

١- السيفونون : siphon types

عبارة عن ماسورة من الألمونيوم أو البلاستيك بطول وإنحاء مناسب يسمح بنقل الماء من مسقة الحقل إلى خطوط الري والشرائح وهى سهلة التشغيل أو لا تملأ الماسورة بالماء ويقفل الطرف باليد ويوضع

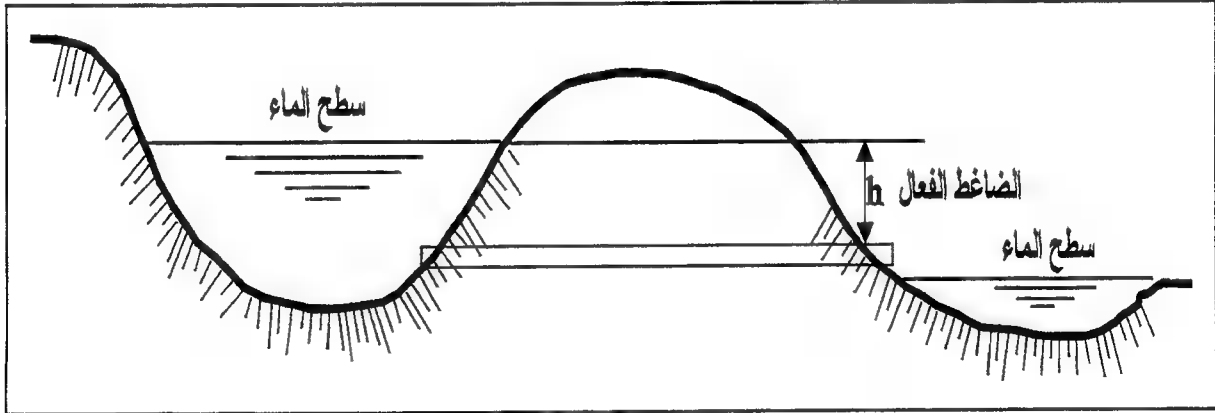
طرف في المسقة والطرف الثاني في الحقل وعندما يعبر هذا الطرف أقل من مستوى الماء بالمسقة ترفع اليد فيندفق الماء من المسقة إلى الحقل بتأثير فرق الضاغط (Difference of head) ومن فوائد السيفون المحافظة على جسر المسقة من التهدم وعدالة توزيع مياه الري للخطوط والشرائح .



شكل (٧ - ٣)

٢ - الأنابيب : Tubes

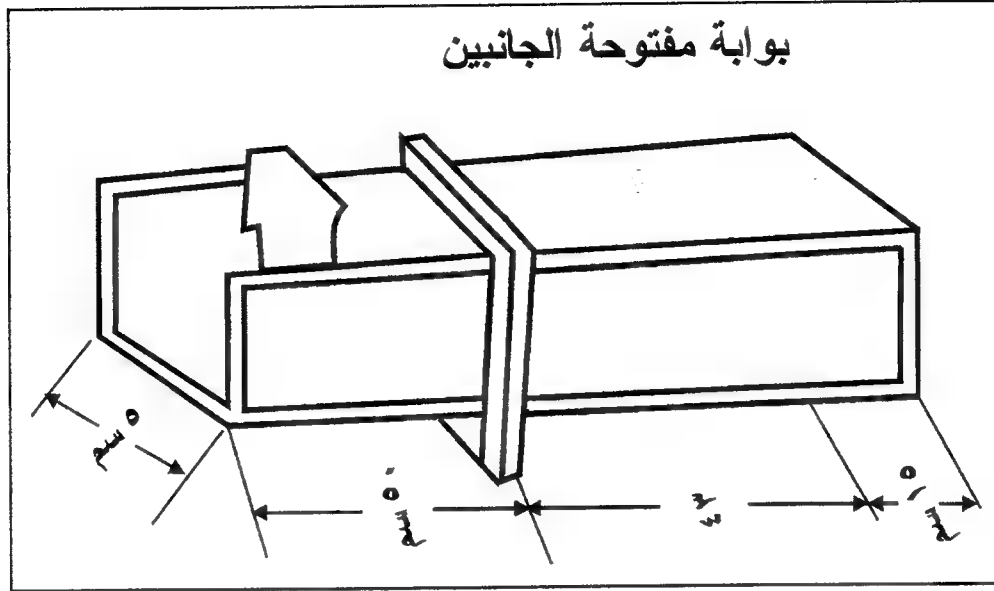
تستخدم لتوزيع المياه بتوصيلها من المسقة إلى الخطوط أو الشرائح ويتراوح طولها بين ٦٠ سم و ٩٠ سم وتمتاز عن السيفونيات بضمان تصرف مستمر .



شكل (٨ - ٣)

٣ - البوابات : Gates

منها ما يركب بالجسور ليوصل الماء من المسقة إلى الحقل ومنها ما يركب بمواسير نقل الماء وتمتاز بسهولة التحكم في التصريف بتحريك غطاء البوابة المنزلق ليعطى التصريف المطلوب .



شكل (٩ - ٣)

٤ - المحابس : Valves

تركب هذه المحابس بمواسير الضغط المنخفض لتنظيم توزيع المياه منها وفي حالة الري بالشرائح فتوجد محابس على مسافات تكفى لوجود واحدة منها بكل شريحة وفي الأحواض يوضع محبس فى منتصف الحوض

٥ - الرشاشات : Sprinklers

تستعمل فى مواسير الري بالرش وسيصير تفسيرها بأكثر فى الري بالرش.

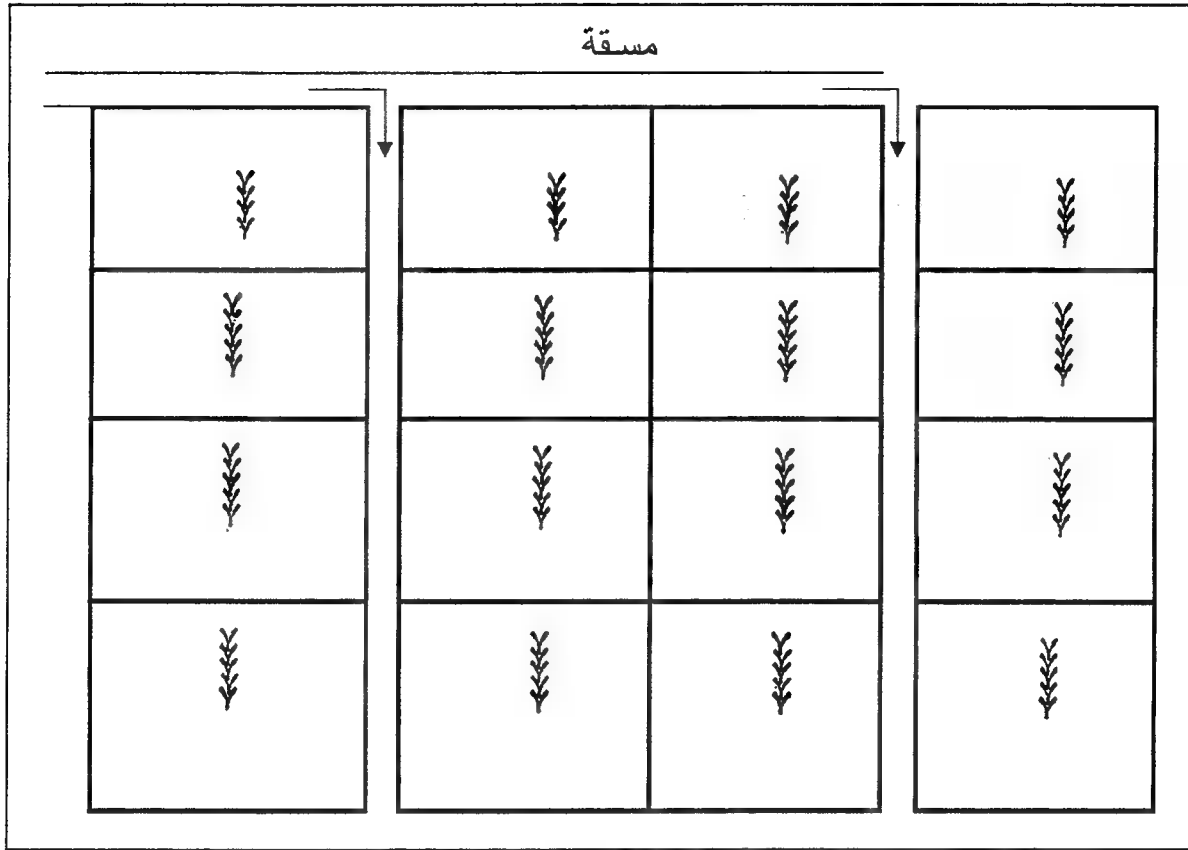
٥.١.٣.٢.٣ الأنواع المختلفة للري السطحي

وفيهما يضاف الماء إلى سطح الأرض فيغمره وينساب فوقه وهى من أكثر الطرق شيوعاً وتوجد ثلاث عوامل مشتركة بين كل طرق الري السطحي وهى حجم التصريف المائى والمساحة المروية ومعدل التسرب ولضمان تجانس توزيع مياه الري يجب تعديل حجم التصريف المائى والمساحة المروية فى ضوء معدل التسرب بحيث يكفى هذا التصريف لتغطية سطح المساحة المروية قبل أن يتسرب جزء كبير عند بداية مشروع الري عنه عند نهايته .

وفى الحقول التى يسير فيها الماء مسافات طويلة يعتبر إنحدار الأرض عاملاً مهماً أما العوامل الأخرى فهى التضاريس والغطاء النباتى ومن طرق الري السطحي ما يأتى :

١- الأحواض المستطيلة : Rectangular basin

يقسم الحقل إلى وحدات صغيرة محاطة ببتون من جميع الجهات لتحصر بينها أرضاً مستوية لا يزيد أقصى إرتفاع بها عن ٥ سم ويملاً الحوض بالماء إلى الإرتفاع المطلوب ويترك ليتسرب خلال سطح الأرض ثم يصرف الزائد منه . والطريقة المتبعة فى الري تكون بعمل مسقة بين الأحواض ثم تتم عملية الري بالطالع فيروى الحوض الذى فى نهاية المجرى أولاً ثم يحول الماء إلى الحوض الذى فوقه وهكذا حتى يصل الماء إلى الحوض بأول المسقة .



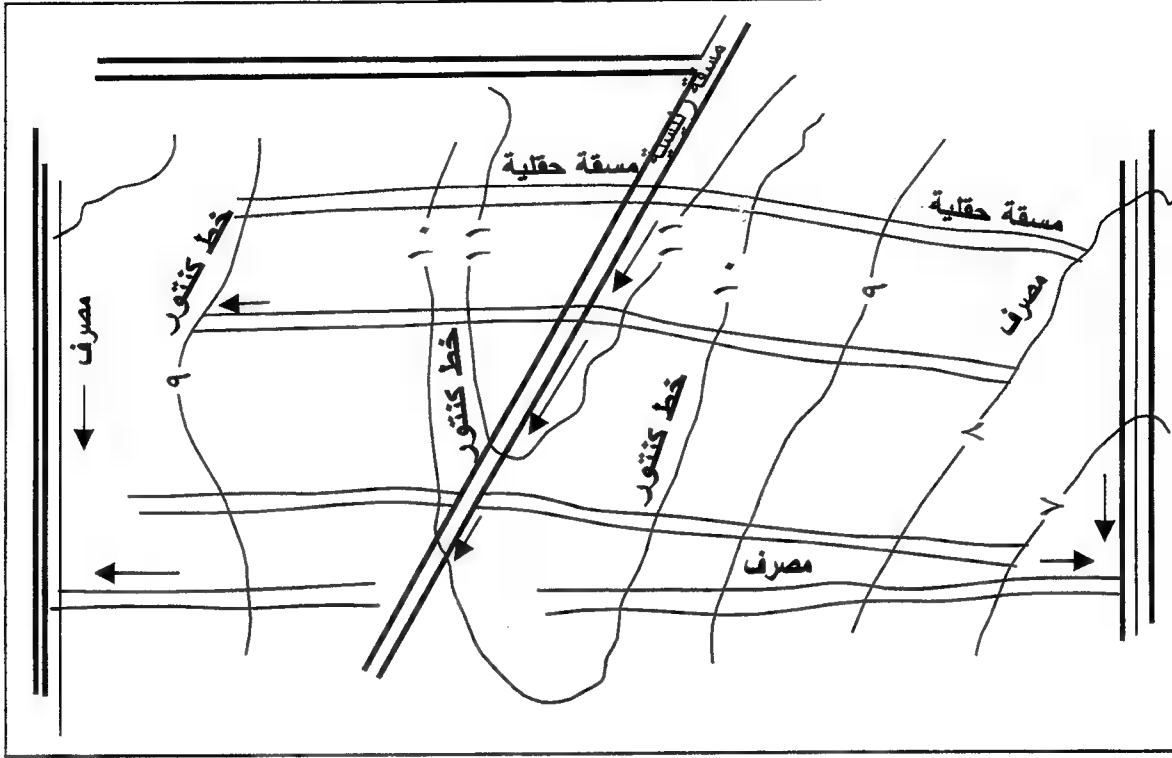
شكل (٣ - ١٠) الأحواض المستطيلة

٢- الأحواض الكنتورية : Contour Basins

تتقسم الأرض إلى أحواض بإقامة البتون فى إتجاه خطوط الكونتور ثم تقام البتون العرضيه لتحدد مساحة الحوض بحيث يكون معدل أعطاء المياه مساويا على الأقل (١٠) مرات معدل التسرب وعادة تكون مساحة الحوض بالأراضى الرملية ٢٠/١ من الفدان (٢١٠ م^٢) وفى الأراضى الطينية نصف فدان وتسوى الأحواض بحيث لا يتعدى فرق الإرتفاع بالحوض الواحد عن ٦ سم وتستعمل هذه الطريقة لرى أشجار الفاكهة والأحواض الكبيرة فى رى الأرز ويكون البتون بعرض ٢،٤٠ متر من أسفل وتميل جوانبها لتسمح بحركة الآلات الزراعية. وتروى الأحواض من المساقى الكنتورية (Contour ditches) الموجوده على مسافات من ٢٠ : ٥٠ مترا ويقصر إستخدام الأحواض الكبيرة على الأرض المستوية وتستخدم الأحواض الصغيرة للرى على ميول حتى ١ : ٣ ٪ بحيث لا يتعدى فرق الإرتفاع بالحوض الواحد عن ٦ سم .

٣- الغمر الإنسيابى : Flooding with flowing water

يوجه التيار فى هذه الطريقة لينساب فوق الأرض ليغضى معظم المساحة ويقوم البتون بتوجيه تيار الماء للحد من الحركة الجانبية وتحتاج هذه الطريقة إلى تيار مستمر من الماء عند نقطة دخوله الأرض وتعمل المراوى الجانبية بميل حوالى ١ ٪ بإتجاه خطوط الكونتور على مسافات حوالى ٢٠ مترا والمراوى الجانبية فى إتجاه الميل على مسافات حوالى ٣٥ مترا وتعتبر هذه الوسيلة هى الوحيدة لرى الأراضى المنحدرة عند وفرة مياه الري وتصلح هذه الطريقة لرى كثير من محاصيل الحبوب الرفيعة والمراعى .

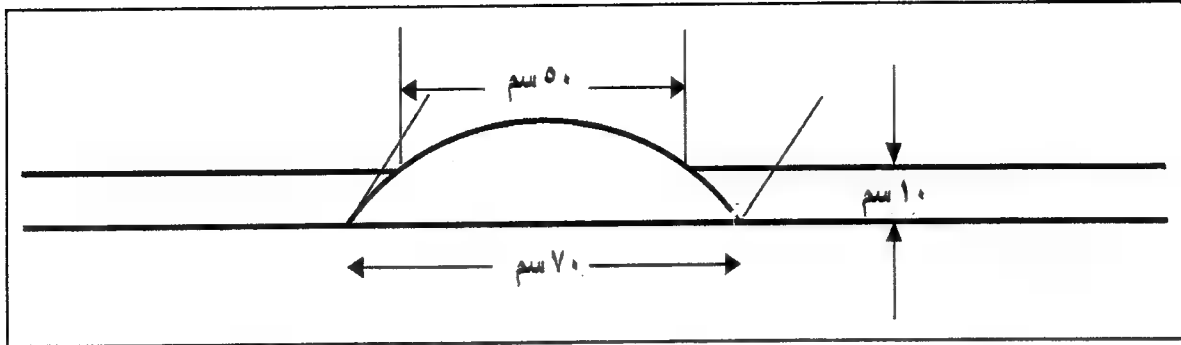


شكل (٣ - ١١) رسم تخطيطى يوضح المروى الرئيسى والفرعيات وإتجاه خطوط الكنتور عند الري بالغمر بإتجاه مائل على إنحدار الأرض

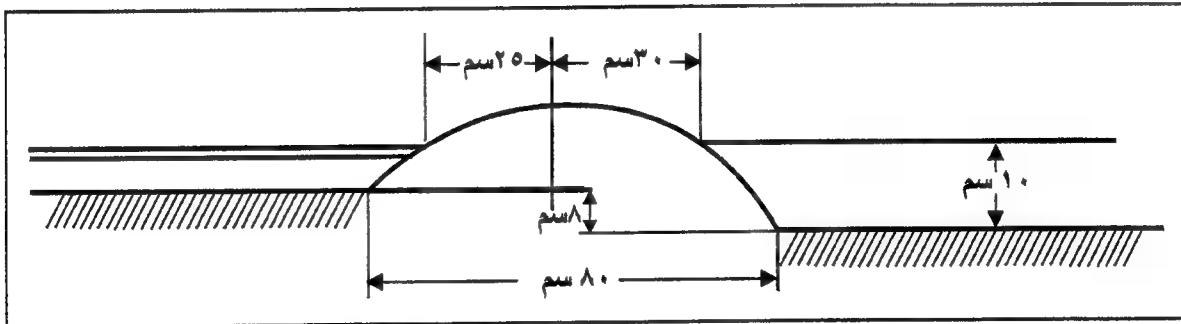
٤ - الري بالشرائح : Border Irrigation

وتعرف بإضافة ماء الري إلى سطح أرض محددة ببتون متوازية طوليا فى إتجاه ميل الأرض تسمى (levels, ridges, borders) والمساحة المروية بالشريحة (Strip check) وغالبا ما تكون الشريحة معدومة الإنحدار فى الإتجاه العمودى على البتون وقد يسمح بفرق ٣ سم . تقسم الأرض إلى شرائح طولية ذات شكل مستطيل تنحدر فى إتجاه الميل الطبيعى للأرض إلى شرائح بواسطة بتون يجب تصميمها لتقابل ٣ إحتياجات ضرورية وهى أن تحدد وتوجه مسار الماء بكل شريحة على حده وأن تسمح درجة إبتلالها لنمو المحاصيل وسهولة مرور آلات الخدمة الزراعية . لذا يجب إنتهاء البتون قبل ٥ أمتار من نهاية الشريحة

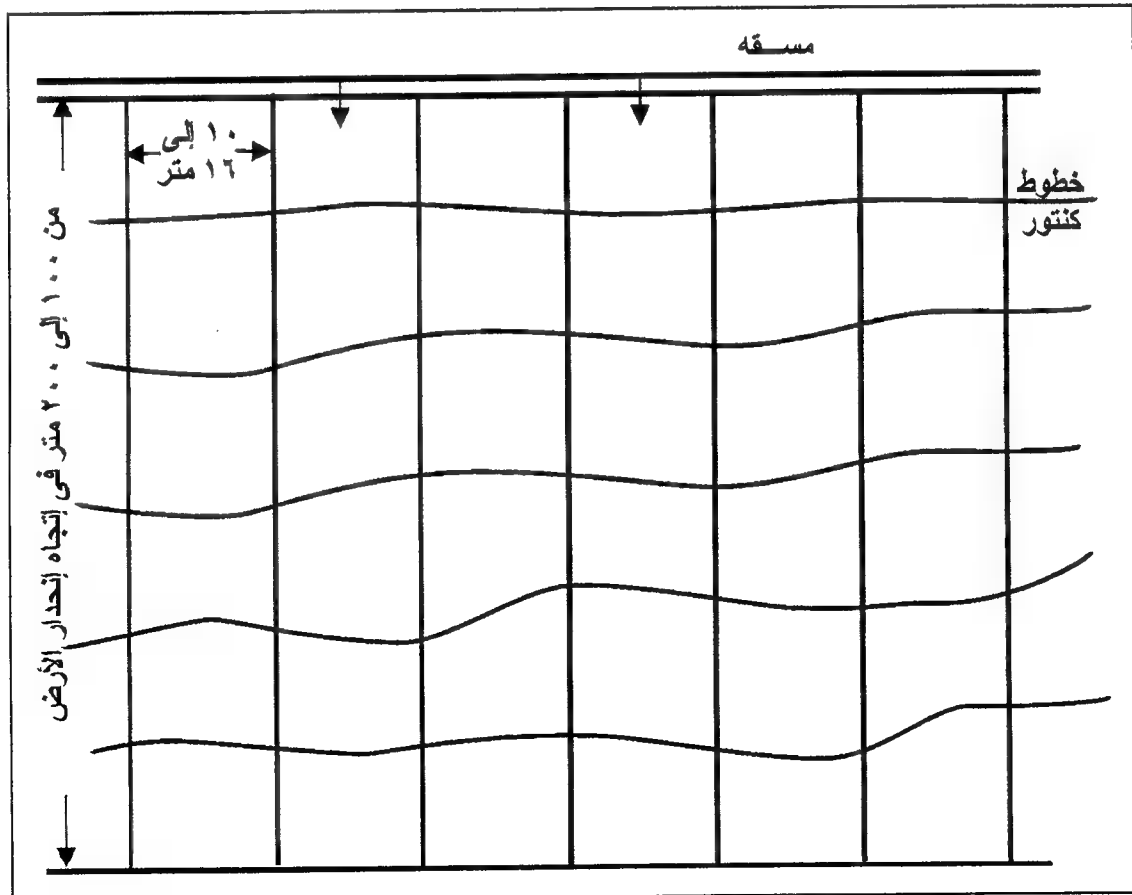
- ١ - يجب ألا يزيد فرق المناسيب بين شريحة وأخرى عن ٦ : ١٠ سم .
- ٢ - يعتمد عرض الشرائح على الميل العرضى وعمق الماء المضاف وحجم التصريف المائى « معدل التسرب وتؤدى التسوية الدقيقة بين البتون إلى زيادة عرض الشريحة وتتراوح أطوال الشرائح بين ١٠٠ : ٢٠٠ متر يتوقف على نوعية التربة والميل الطبيعى للأرض . ويستحسن أن تقام البتون فى إتجاه الرياح فى المناطق التى يكثر بها الرياح وذلك للإقلال من تداخل تأثير الرياح عند الحصاد بالآلات .
- ويزداد إنتشار هذه الطريقة لرى مساحات شاسعة من المحاصيل المقاربة (close growing crops)
- ٣ - إن إجراء عمليات تسوية دقيقة أو تمهيد لسطح الأرض يساعد كثيرا على الري بالشرائح المتساوية الأطوال .



شكل (١٢ - ٣) بتن ضيق يفصل بين شريحتين متساويتين الإرتفاع ..



شكل (١٣ - ٣) بتن ضيق يفصل بين شريحتين مختلفتي الإرتفاع ..



شكل (١٤ - ٣) أرض مقسمة إلى شرائح

٥ - الري بالخطوط Furrow Irrigation

- ١ - تقسم قطعة الأرض إلى خطوط متوازية مستقيمة فى الاتجاه الطولى للحقل لسهولة عملية الخدمة الآلية وقد يصل إنحدار خطوط الري إلى (٢ ٪) ويسوى سطح الأرض لأقل إنحدار ممكن قبل عمل الخطوط إذ يقل معدل تسرب الماء مع زيادة الإنحدار وإذا تعذرت التسوية المناسبة أو زيادة الإنحدار عن ٢ ٪ تتبع طريقة الري بالخطوط الكنتورية لتجنب مشاكل التعرية .
- ٢ - يحدد إنحدار الأرض وحالتها شكل الخطوط وأبعادها وحجم تيار الماء بها أما المسافة بين الخطوط فتخضع لظروف المحصول ونوع الآلات المستخدمة للزراعة وكذلك مدى إنتشار الحركة الجانبية للمياه وعادة تكون المسافة بين الخطوط فى الأراضى الرملية ٥٠ سم ، ١٢٠ سم كما يتحدد طول الخط (length of run) بعوامل عديدة منها طبيعة الأرض وإنحدارها وحجم التصريف علاوة على الدورة الزراعية ولا يسمح بإمتداد خطوط التربة لتشمل نوعين مختلفين من التربة (يتراوح الطول بين ٥٠ متر إلى ٣٠٠ متر) ..
- ٣ - تساعد الخطوط الغير عميقة على الإنتشار الجانبى للماء وإبتلال السطح فى المسافة بين خطوط الري بينما تقل هذه الفرصة بإستخدام الخطوط العميقة التى تساعد على حركة الماء لأسفل (يكون عمق الخطوط بين ٢٠ سم : ٣٠ سم) .
- ٤ - أن أقصى تصرف مسموح به لخط الري بالأرض متوسطة القوام ولا يخشى من حدوث تعرية عند إستخدامه بما يأتى :

$$Q = \frac{0.63}{S} \quad (3-8)$$

Q = أقصى تصرف مسموح به للتر / الثانية

S = إنحدار الخط (القيمة العددية للنسبة المئوية للإنحدار) .

٥ - تستخدم هذه الطريقة لرى كثير من المحاصيل الزراعية مثل :

الذرة - القطن - قصب السكر - الخضروات - أشجار الفاكهة ..

٦ - الري بالسطور Corrugation method of irrigation

هى تعديل للرى بالخطوط لتتناسب المحاصيل المتقاربة النمو مثل البرسيم الحجازى والحبوب الرفيعة ويتوقف البعد بين السطور وعمقها على نوع التربة وأنحدارها وتكون المسافة عادة بين السطور من ٤٠ إلى ١٢٠ سم تبعا لنوع التربة والعمق بين ١٠ سم ، ١٥ سم وكلما زاد إنحدار التربة قلت المسافة بين السطور ..

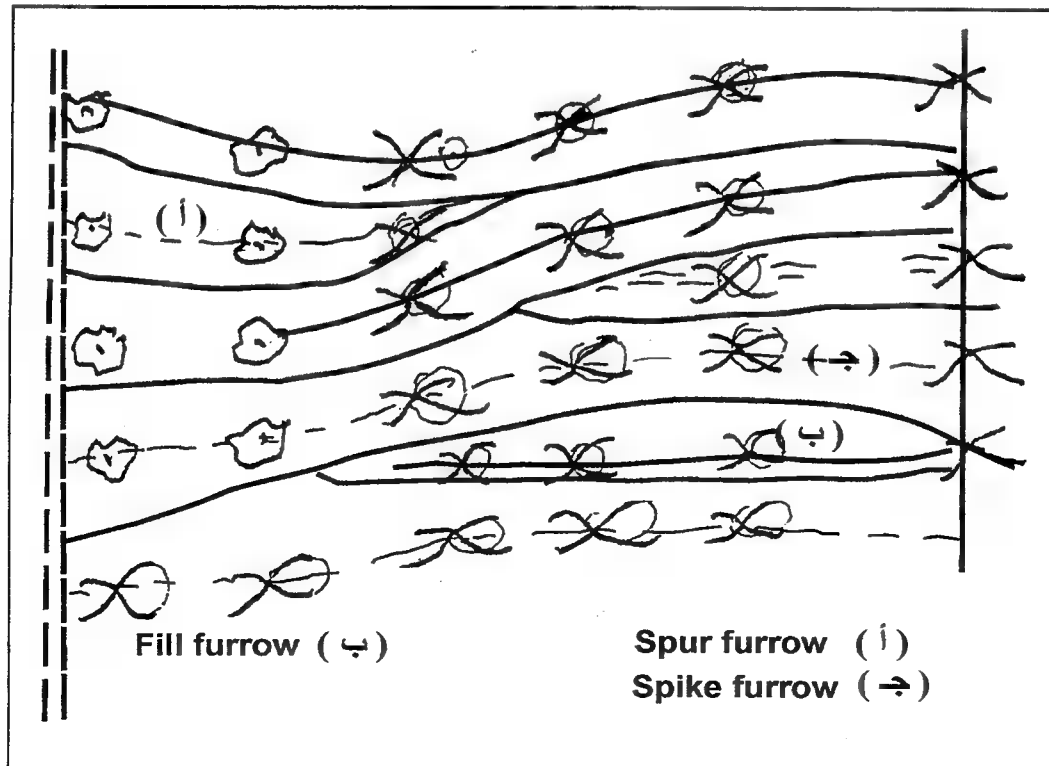
وفى التربة الرملية يكون عمق السطور قليلا وعند وجود طبقات صماء أو مستوى ماء أرض قريب يساعد على تباعد السطور وتتراوح أطوال السطور بين ٥٠ : ٣٠٠ مترا وغالبا بين ١٠٠ : ٢٠٠ مترا مع العلم بأن زيادة الطول قد يؤدى إلى إحتمال عدم تجانس التوزيع للتربة .. وتتأثر السطور فى اتجاه أقصى إنحدار وهى تصلح للرى على ميول من ٥ : ٢٠ ٪ وغالبا من ١ : ٢ ٪ وبالمقارنة بين الإنحدار المسموح للسطور والمسموح به للخطوط لنفس الأرض نجد فرقا واضحا كما هو واضح فى هذا الكشف ..

جدول رقم (١١-٣)

النسبة المئوية للميل المسموح به		قوام الأرض
سطور	خطوط	
٠,٥٠	٠,٢٥	رمل
٠,٥٠	٠,٢٥	رمل طمي
٠,٧٥	٠,٤٠	طمي رملي
١,٠٠	٠,٥٠	طمي رملي ناعم
٥,٠٠	٢,٥	طين طمي
١٢,٥	٦,٢٥	طين ثقيل

٧ - الري بالخطوط الكنتورية Contour furrow irrigation

وفيها ينساب الماء باتجاه خطوط الكونتور بميل يسمح بتصريفه وذلك لري أشجار أو نباتات منزرعة أيضاً على خطوط الكونتور ويمكن إتباع هذه الطريقة بنجاح في معظم الأراضي الزراعية فيما عدا الرملية والطينية الثقيلة التي تتشقق بدرجة كبيرة عند جفافها وتكون ميول الأرض المتوسطة أو الثقيلة القوام ٨ ٪ أما الأراضي الخفيفة القوام فلا يزيد الإنحدار عن ٥ ٪ .. وإجراء عمليات تمهيد الأرض يساعد على إنتظام مسار خطوط الري المسقاه ..



شكل (١٥ - ٣) أنواع خطوط الري الكونتوري

أما إنحدار خطوط الري وعلاقتها بإنحدار سطح الأرض فتحدد بالعلاقة

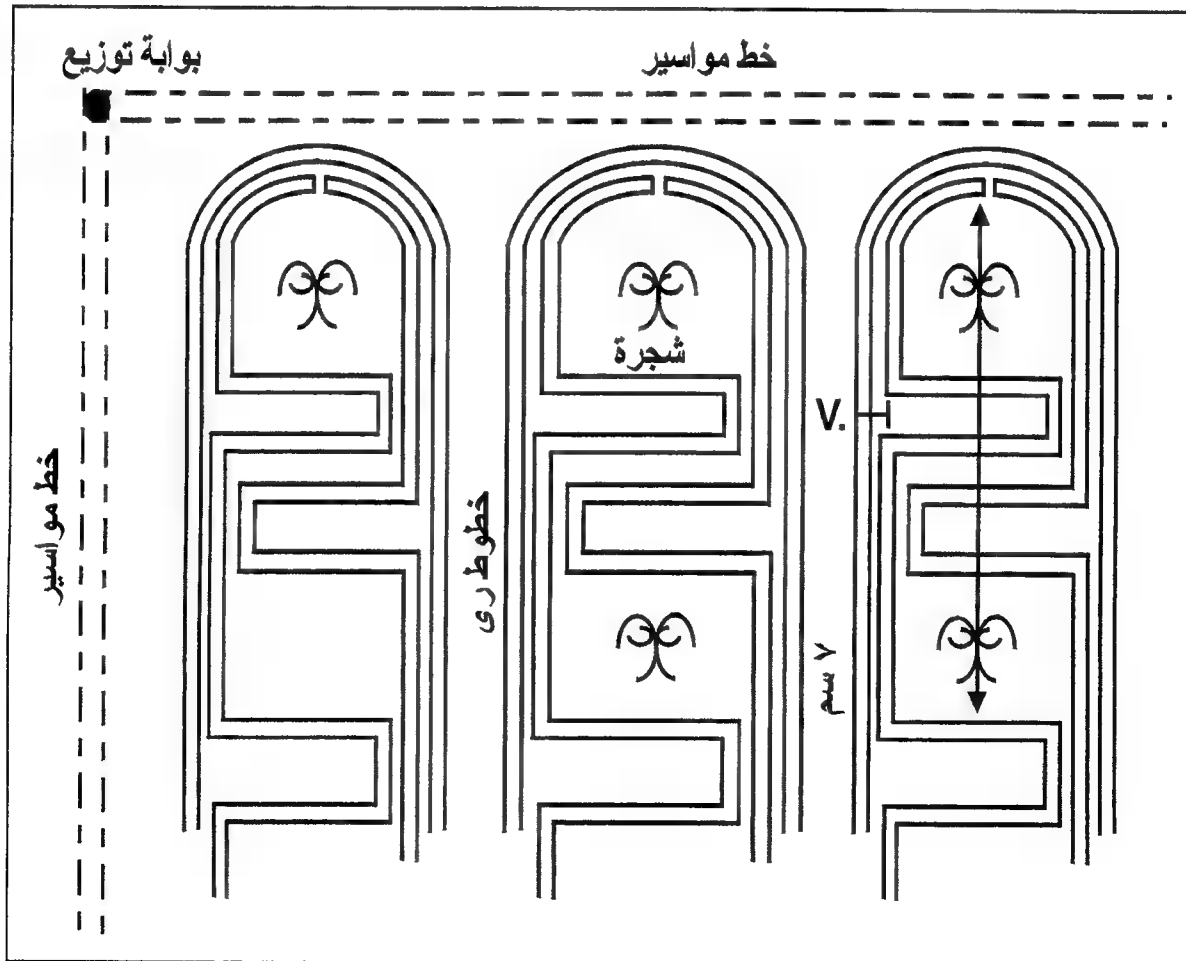
$$F.G = S + C \quad (3-9)$$

حيث أن $F.G$ = إنحدار خط الري كنسبة مئوية Furrow Grade
 S = إنحدار الأرض كنسبة مئوية Slope
 C = مقدار ثابت يتوقف على القوام ويساوى ١,٢ للقوام الخشن ١,٥ للقوام المتوسط ١,٨ للقوام الناعم .

٨ - الري بالخطوط المتعرجة : Zigzag furrow irrigation

هى طريقة معدلة للري بالخطوط للإقلال من سرعة تيار المياه والتعرية عند ري أشجار الفاكهة وأحيانا العنب المنزوع على المنحدرات ..

وأتجاه المياه هو إتجاه إنحدار الأرض مع تحويل الخطوط بزواوية قائمة ثم إتجاهها مره أخرى بإتجاه إنحدار الأرض لمسافة قصيرة تترد بعدها بزواوية قائمة. لتسير بمحاذاة الخط السابق ثم بزواوية قائمة مرة أخرى لتسير فى إتجاه أنحدار الأرض.



شكل (٣ - ١٦) طريقة الري بالخطوط المتعرجة

٩ - الري بالخطوط المرتدة Check Back furrow irrigation

يشبه الري بالخطوط المتعرجة إلا أن خطوط الري العرضية ترتد لأعلى ثم عرضيا قبل إنحدارها مره أخرى باتجاه الإنحدار العام للأرض ثم ترتد عرضيا في الاتجاه العكسي ولأعلى مره أخرى ثم عرضيا وأخر لأسفل باتجاه الميل وهكذا يكون شكل هذه الخطوط مستطيلات مقلوبة الإتجاه .

١٠ - الري بالخطوط العريضة Broad furrow

تعمل الخطوط عريضة للمحاصيل المنزرعة على خطوط وتحتاج إلى كمية كبيرة من الماء مثل الطماطم وأشجار الفاكهة والعنب وقد يصل عرض الخط ٦٠ سم ويكون إرتفاع الماء بها صغيراً .

١١ - الري بالخطوط الحوضية Basin furrow

تستعمل هذه الطريقة لري المحاصيل مثل : الشليك - شتلات - أشجار - نباتات الزينة التي تزرع على مصاطب يفصل بينها خطوط ري عريضة وعميقة وتملأ هذه الخطوط بالماء ثم يحول عنها ويترك ليتسرب خلال هذه الخطوط كما هو الحال عند الري بالأحواض وعادة ما تكون هذه الخطوط بطول قصير يتراوح بين ٣٥ - ١٠٠ متر .

ويحتاج الري بهذه الطريقة إلى جهد كبير في التنفيذ مع سوء توزيع الماء خصوصا بالقرب من المروي وبداية مشروع الري ..

٣-٢-١-٦ قياس تصرف مياه الري

تدعو الحاجة إلى توفير مياه الري إلى إتباع الوسائل الكفيلة بالحد من الإسراف في إستخدامها وأول هذه الوسائل هو قياس كميات المياه المستعملة في الري لضمان عدالة التوزيع وحتى نبلغ أعلى محصول وكذلك لتخفيف العبء على محطات الصرف ويمكن تقسيم طرق قياس مياه الري إلى ثلاثة طرق رئيسية :

- أ - طرق مباشرة .
- ب - طرق تعتمد على قياس السرعة والمساحة .
- ج - طرق تعتمد على عوائق ذات فتحات تعترض مجرى المياه بالقنوات .

أ - الطرق المباشرة

يستخدم وعاء ذو سعة معروفة لتقدير الزمن اللازم لملئه ومن ثم يمكن تقدير التصرف وتستعمل هذه الطريقة لتقدير التصرفات البسيطة إلى خطوط الري ولإيجاد معدل التسرب الخطي .

ب - الطرق التي تعتمد على قياس السرعة والمساحة

- ١ - يقدر التصرف بطريقة تقريبية بأن يختار حبس مستقيم متجانس المقطع من المروي بطول حوالي مائة متر يحدد بدء ونهاية الحبس التي سيجري عندها تقدير سرعة المياه بطريق العوامة Float method أو صبغة الفلورسين وبقياس الزمن يمكن تقدير السرعة المتوسطة لتيار الماء ويؤخذ متوسط السرعة وبضربه في مساحة القطاع نحصل على التصرف بطريقة تقريبية .

ويمكن قياس التصرف من المواسير بدلالة قطر الماسورة وطولها ونوعها والفاقد بالماسورة ويوضح البند ٣ - ٢ - ٣ - ٨ تفاصيل الحساب والجدول رقم (٣ - ١٢) يوضح الفاقد والتصرف بالمواسير الصلب الملحوم بدلالة القطر والطول والجدول رقم (٣ - ١٣) يوضح الفاقد والتصرف في المواسير P.V.C بنفس المعلومات

جدول (٣ - ١٢) مواسير صلب منحوم

قطر الماسورة						لتر / ث
١٠ سم	١٢,٥ سم	١٥ سم	٢٠ سم	٢٥ سم	٣٠ سم	
الفاقد بالمتري لكل ١٠٠ متر طولى						
٨,٧	٢,٩	١,٢	٠,٣	٠,١٠		٢٢,٠
١١,١	٣,٧	١,٥	٠,٤	٠,١٠		٢٥,٢
١٣,٩	٤,٦	١,٩	٠,٥	٠,٢٠		٢٨,٤
١٦,٨	٥,٦	٢,٣	٠,٦	٠,٢٠		٣١,٦
٢٣,٦	٧,٨	٣,٢	٠,٨	٠,٣٠	٠,١٠	٣٧,٩
٣١,٤	١٠,٤	٤,٣	١,١	٠,٤٠	٠,٢٠	٤٤,٢
٤٠,٢	١٣,٣	٥,٥	١,٤	٠,٥٠	٠,٢٠	٥٠,٥
	١٦,٥	٦,٨	١,٨	٠,٦٠	٠,٣٠	٥٦,٩

جدول (٣ - ١٣) مواسير P.V.C.

قطر الماسورة						لتر / ث
١٠ سم	١٥ سم	٢٠ سم	٢٥ سم	٣٠ سم	٣٧,٥ سم	
الفاقد بالمتري لكل ١٠٠ متر طولى						
٧,٥٧	١,٠٥	٠,٢٦	٠,٠٩			٢٥,٢
٩,٤٢	١,٣١	٠,٣٢	٠,١١	٠,٠٤		٢٠,٤
١١,٤٥	١,٥٩	٠,٣٩	٠,١٣	٠,٠٥		٣١,٦
	٢,٢٣	٠,٥٥	٠,١٨	٠,٠٨		٣٧,٩
	٢,٩٦	٠,٧٣	٠,٢٥	٠,١٠		٤٤,٢

ج - الطرق المستخدمة لعوائق بمجرى الماء

تقاس التصرفات بواسطة الهدار ومن أنواعه

Sharp edged weir (Rectangular, V-notched), Broad crested weir

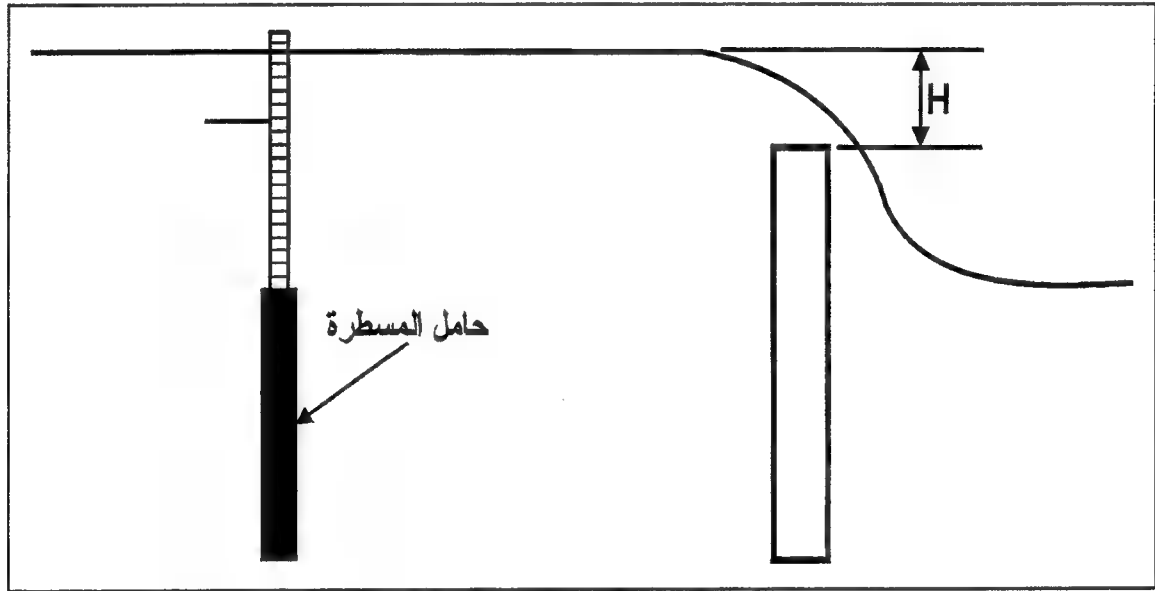
وطريقة القياس كالآتى :

١ - يوضع الهدار بمجرى مائى مستقيم لمسافة لا تقل عن ١٠ متر وأن يكون الهدار منتظما ومستقيما وألا يوجد عوائق قبل الهدار ووضعها فى المجرى المائى بحيث يكون سقوط الماء فوقه سقوطا حرا free flow .

وألا يتجاوز سمك حافة الهدار والجوانب ٣ مم ويجرى قياس إرتفاع الماء من الأمام بعيدا عن الهدار حتى لا يتأثر القياس بإنحناء سطح الماء عند مروره أعلا الهدار وغالبا تستعمل المعادلة

$$Q = CA\sqrt{2gH} \quad (3-10)$$

Q	=	معدل التصريف فى الثانية.
C	=	معامل يختلف تبعا لنوع الهدار.
A	=	مساحة مقطع الماء.
g	=	عجلة الجاذبية.
H	=	إرتفاع الماء فوق حافة الهدار.



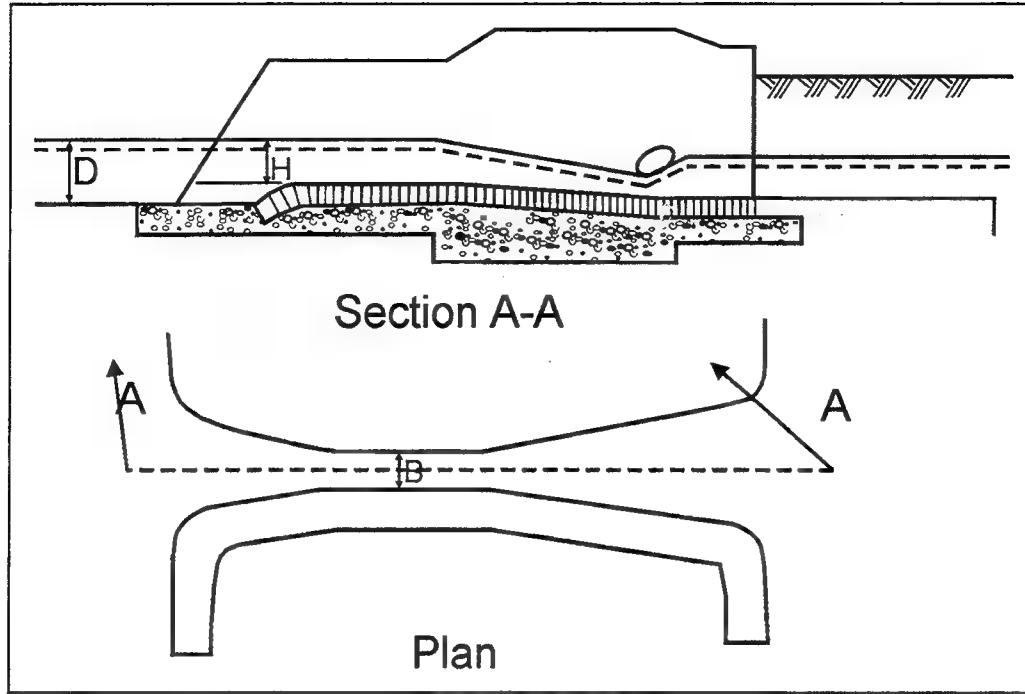
شكل (١٧-٣) طريقة القياس بالهدار

٢ - Parshal Flume

ويستعمل فى قياس تصرف الماء بالقنوات المفتوحة وهو يعطى قياسات دقيقة حتى عندما يكون مغمورا جزئيا ويقسم الجهاز إلى ثلاثة أجزاء كما هو مبين بالرسم التوضيحي رقم (٣-١٨) والأجهزة الصغيرة الحجم تناسب قياس الماء بالمزرعة وخطوط الري وذلك بدقة حوالى ٥٪.

$$Q = CBH^{3/2} \quad (3-11)$$

B = 0.06 – 0.09 ms	C = 1.60
B = 0.09 – 0.12 ms	C = 1.64
B > 0.12 ms	C = 1.66



شكل (١٨-٣)

٢-٣-٢-٣ الري بالرش

الري بالرش هو توزيع المياه خلال الهواء لتغطية البقعة من الأرض المطلوب ريها وذلك عن طريق دفع المياه تحت ضغط من رشاشات ليخرج على شكل رذاذ يكون أقرب ما يكون إلى تساقط الأمطار ومن غير الممكن أن يكون التوزيع منتظما تماما ولكن في كثير من الأحيان يمكن إستخدام كميات أقل من المياه بمعدل تساقط أقل وأيضا بتوزيع أكثر إنتظاما من طرق الري الأخرى واهمها الري السطحي .

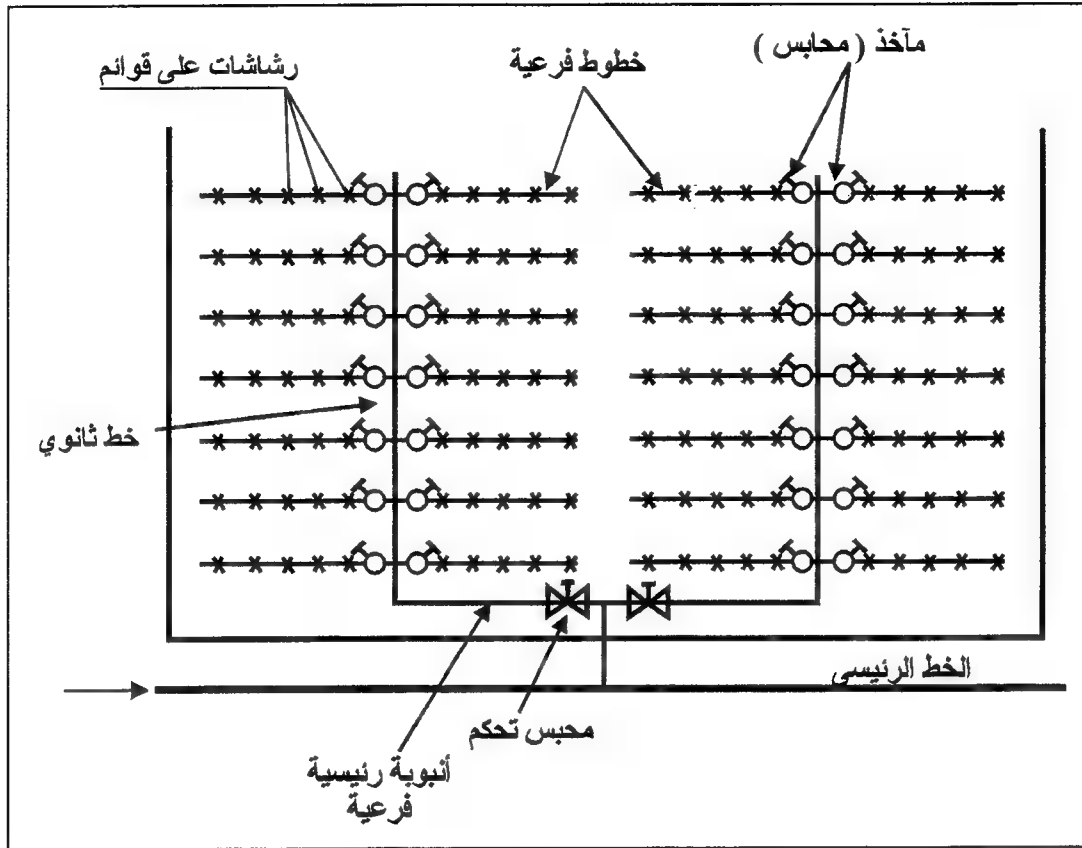
يتراوح الضغط الذى يلزم لتشغيل نظام الري بالرش من (١ / ٤) ضغط جوى لبعض نظم الري تحت الأشجار إلى ما يزيد عن (١٠) ضغط جوى لبعض نظم الري التكميلى فوق الأشجار وتعتبر النظم التى تعمل تحت ضغط يتراوح بين (٢) و (٤) ضغط جوى هى النظم الأكثر شيوعا .

ويلزم إذا كانت المياه تصل إلى المنطقة المراد ريها عن طريق قنوات ري تتدفق فيها المياه تحت تأثير الجاذبية الأرضية إستخدام مضخات دفع للوصول بالضغط فى شبكة أنابيب الري بالرش إلى الضغط المطلوب لتشغيلها - أما إذا كان مصدر المياه للمنطقة المطلوب ريها هو بئر ترفع منه المياه عن طريق مضخة رفع فمن الممكن إستخدام نفس المضخة فى إعطاء المياه قوة الدفع اللازمة لتشغيل نظام الري بالرش.

١-٢-٣-٢-٣ أنواع نظم الري بالرش

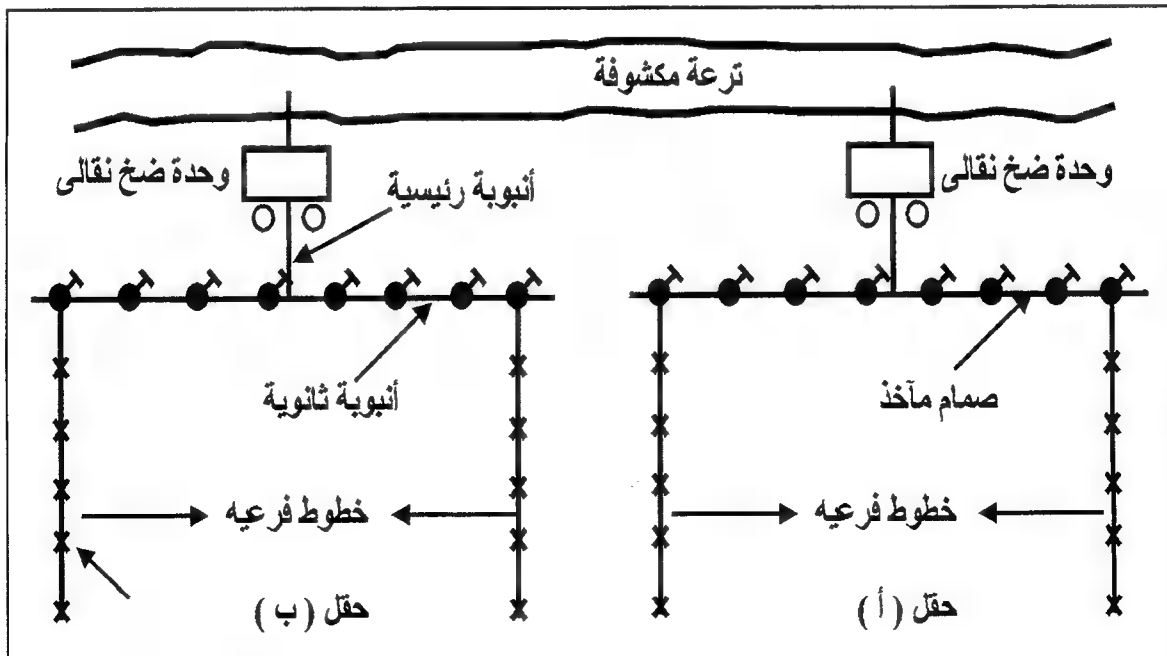
١- نظام الري بالرش الثابت Stationary or Permanent System

يتكون هذا النظام عادة من أنبوبة رئيسية تغذى مباشرة من المصدر يتفرع منها أنبوبتين ثانويتين عن طريق صمامى تحكم تغذى كل منهما مجموعة من الأنابيب الفرعية سواء على جانب واحد أو على الجانبين عن طريق صمامات مأخذ وتكون المسافات بين الأنابيب الفرعية متساوية وتوضع الرشاشات أيضا على أبعاد متساوية على طول الأنابيب الفرعية و تثبت فيهما عن طريق قوائم ذات إرتفاعات تتناسب مع أطوال النباتات المطلوب ريها.



شكل رقم (٢٠-٣) نظام ري بالرش متقل

ومن الممكن إستخدام مضخة لرفع المياه من قنوات الري التى تسير موازية للحقل المراد ريه إلى شبكة من الأنابيب الرئيسية والثانوية والفرعية ويكون تحريك الأنبوبة الفرعية من وضع إلى آخر إما عن طريق اليد أو بتحميلها على عجلات تسير موازية للأنبوبة الثانوية كما هو موضح بالشكل بالرقم (٢١-٣).



شكل رقم (٢١-٣) نظام ري بالرش متقل (المضخة أيضا متقللة)

نظام الري بالرش النصف ثابت (النصف نقالى)

Semi-Stationary or Semi-Portable System

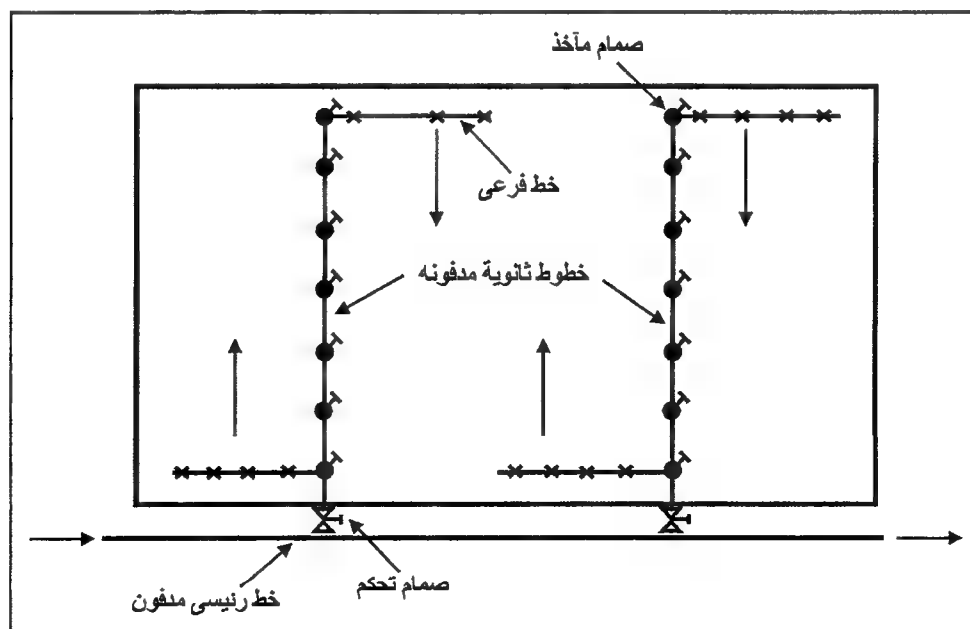
تدفن الأنابيب الرئيسية والثانوية فى هذا النظام فى باطن التربة بينما يتم تحريك الأنابيب الفرعية خفيفة الوزن على طول الأنبوبة الثانوية عن طريق صمامات مأخذ وتركب الرشاشات على قوائم توضع على مسافات متساوية على طول الأنابيب الفرعية ... وتصنع الأنابيب الرئيسية والثانوية عادة من الحديد أو الإسبستوس الأسمنتى أو البولى فينيل كلوريد ويكون معامل الاحتكاك للصنفين الآخرين أقل من الأول .. مما يعنى وفرا فى إستهلاك الطاقة .. وتصنع أنابيب الإسبستوس الأسمنتى عادة من أطوال (٢ ، ٢,٥ ، ٤ ، ٥) مترا ويستحسن إستخدام الأطوال الأقصر فى حالة إستعمال أنابيب حتى قطر ٢٥ سم فى أنواع التربة الثقيلة .. ويلزم دائما الإهتمام بإستواء مسار الأنبوبة ووضعها برفق فوق وسادة من الرمل أو الزلط الصغير.

وعادة ما تنتج أنابيب الألومنيوم بأطوال (٦) متر أو (١٢) متر وتتصل ببعضها عن طريق وصلات سريعة الفك والتركيب .. ويكون بها مخارج لقوائم الرشاشات يتراوح قطرها بين (٢٠ ، ٢٥) مم .. وتتصل القوائم ذات الإرتفاعات الكبيرة بوصلات الفك والتركيب بقطع إضافية تعمل على الإسراع فى الفك والتركيب.

ومن المعتاد وضع صمامات المأخذ على أبعاد تتراوح بين (١٢) متر ، (١٨) متر فإذا وضعت الأنبوبة الفرعية على بعد (١٢) متر أمكن وضع صمامات المأخذ على بعد (٣٦) متر بين كل منها والآخر يخدم المأخذ الواحد ثلاثة نقلات للأنبوبة الفرعية .

ومن الممكن أن يحتاج نقل الأنابيب الفرعية باليد إلى عمالة زائدة ووقت طويل خصوصا إذا كانت التربة ثقيلة والنباتات مرتفعة لذلك يمكن أحيانا تركيب هذه الأنابيب على عجلات وجرها بين المحطة والأخرى على طول الأنبوبة الفرعية .

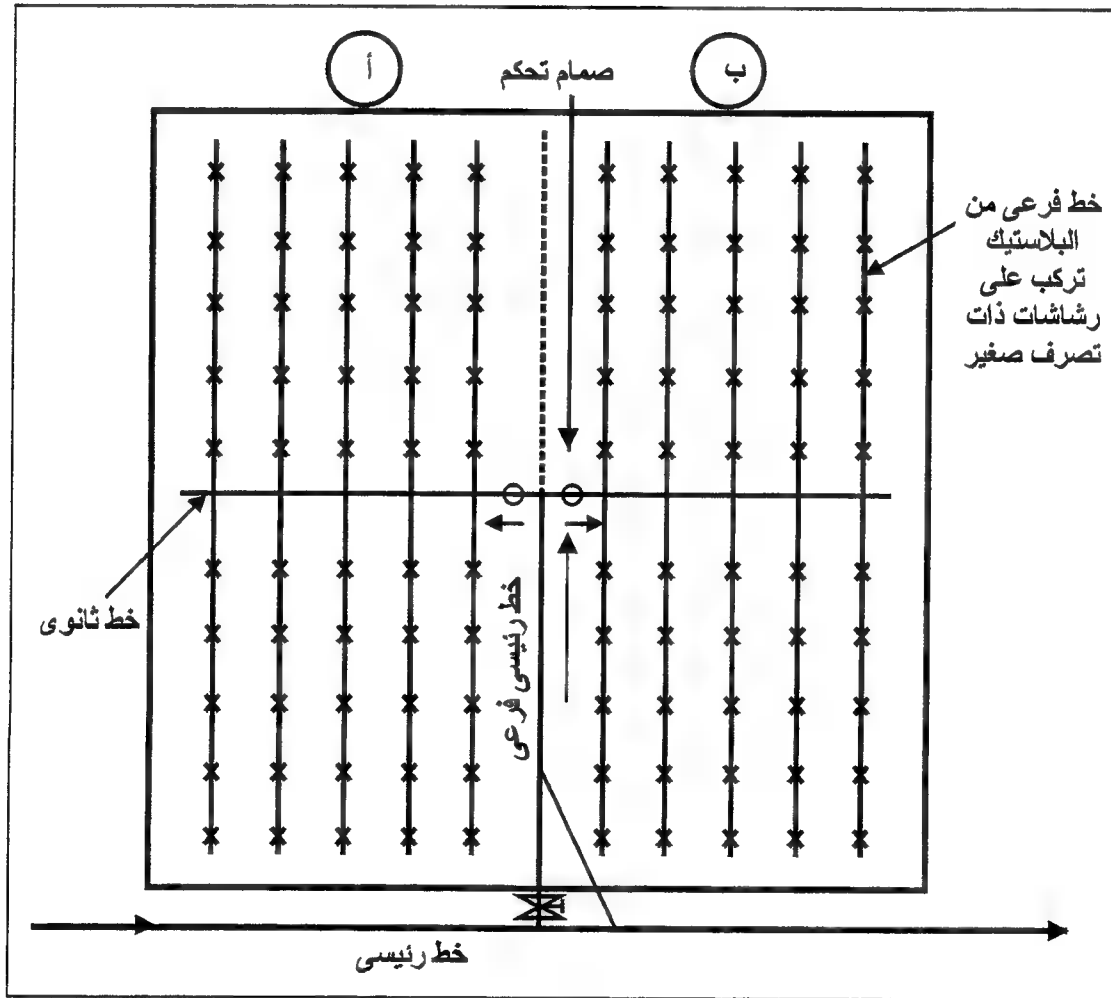
ونظرا لأن نظم الري بالرش النصف ثابتة تحتاج إلى عدد أقل من الأنابيب الفرعية وبالتالي تحتاج إلى تكاليف أقل لذلك فإنها تعتبر النظام الأكثر شيوعا .. كذلك فإن إبعاد الأنابيب الفرعية عن الحقل يحقق عدم التعارض مع العمليات الزراعية المختلفة .. إلا أن الحاجة إلى عمالة لنقل الأنابيب من محطة إلى المحطة التالية لها يسبب بعض المشاكل أحيانا .. ويوضح الشكل رقم (٢٢-٢) نموذجا لنظام ري شبه متحرك على عجلات .



شكل رقم (٢٢-٣) نظام ري بالرش نصف نقالى

نظام الري بالرش المجمع Soild –Set System

عندما يكون الحصول على العمالة صعبا أو مكلفا يصبح نظام الري بالرش المجمع البديل المناسب لنظام الري بالرش الثابت والمتنقل ونصف المتنقل حيث يتم وضع النظام بالكامل فى أول الموسم الزراعى ... ويرفع فقط فى نهاية هذا الموسم .. ويوضح الشكل رقم (٢٣-٣) حقل يتكون من قطعتين يتم ريه بالنظام المجمع .. وتمر أنبوبة ثانوية من البلاستيك أو الألومنيوم خلال منتصف كل من القطعتين مع تغذية أنابيب فرعية تكون عادة من البولى إيثيلين المرن على جانبى الأنبوبة الثانوية وخلال الآونة الأخيرة أصبح إستخدام الرشاشات الصغيرة التى تعطى تصرف يتراوح بين (٣٠ ، ١٢٠) لتر / ساعة عند ضغط (١٥ - ٢٠) متر أكثر شيوعا .



شكل رقم (٢٣-٣) نظام ري بالرش مجمع

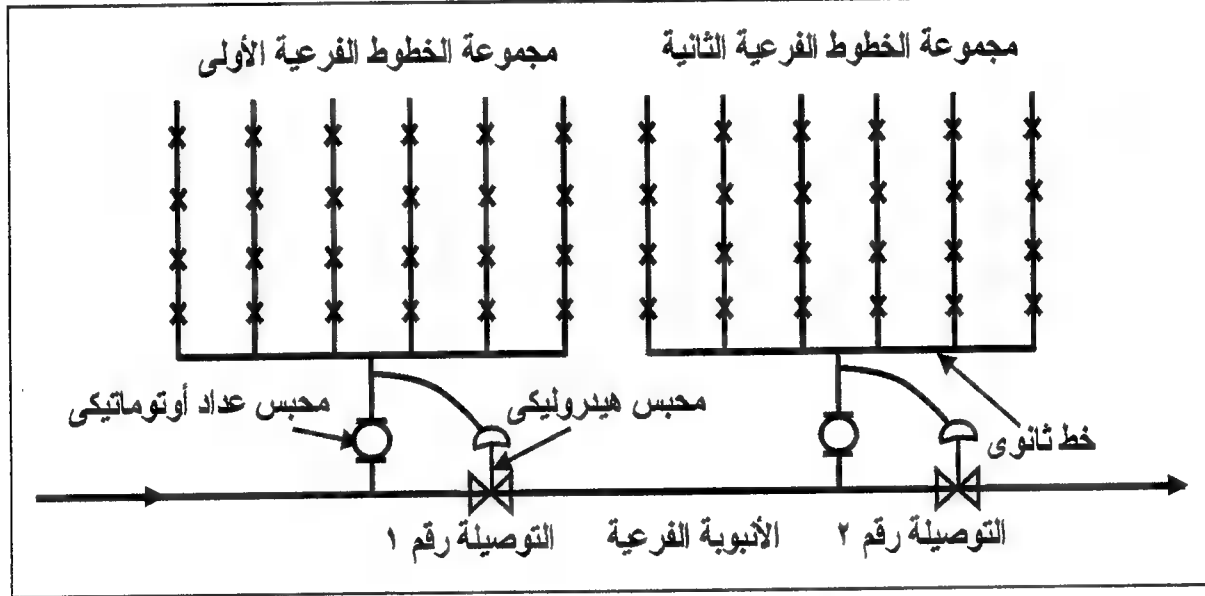
ومن الممكن أن يروى الرشاش الصغير شجرة حديثة النمو وتزداد قوته بزيادة عمر الشجرة والخطوط الفرعية فى النظام المجمع لا تغذى عن طريق صمامات مأخذ لذلك فإن كل قطعة تروى كوحدة مستقلة ويتم إختيار قطر الأنبوبة لكل قطعة بحيث لا يزيد الفرق فى الضغط بين البداية والنهاية عن النسب المسموح بها .

ويمكن إستبدال الأنبوبة الثانوية الطويلة بأنبوبة رئيسية وعدد من الأنابيب الثانوية _ ويتيح ذلك إمكانية ري جزء من القطعة بدلا من ري القطعة كلها كوحدة واحدة ويسمح فى نفس الوقت بتقليل قطر الأنبوبة إلا أن طول الأنبوبة الرئيسية يجب أن يزداد فى هذه الحالة .

النظم الأوتوماتيكية Automatic Systems

كان لإدخال النظم الأوتوماتيكية الفضل في زيادة كفاءة التطبيق وتخفيض احتياجات العمالة الي حد كبير ومن الممكن استخدام درجات متفاوتة من الأنظمة - ومن أسهل هذه الطرق استخدام صمامات القياس الأوتوماتيكية التي يمكن التحكم فيها هيدروليكيًا بتمرير حجم معين من الماء ثقفل بعده تلقائيًا - ومن الممكن أن تتركب هذه الصمامات عند مداخل القطع أو الأنابيب الثانوية أو مجموعة من الأنابيب الفرعية التي تروى مع بعضها في نفس الوقت .. ويضمن وجود هذه الصمامات أنسياب الحجم اللازم من المياه إلا أن التوزيع الداخلي قد يكون غير منتظم بسبب الاختلاف المتزايد في الضغط علي سبيل المثال . ويتم اختيار صمامات القياس الأوتوماتيكية علي أساس الحجم اللازم تصريفه ومعدل التصريف التصميمي .. وعادة ما تعطي الجهة المنتجة قيمة للضاغط الذي يفقد في كل صمام .

ومن النظم الأوتوماتيكية الأكثر تقدما صمامات القياس التي تعمل في تسلسل يسبق تحديده - ويوضح الشكل رقم (٢٤-٣) أحد الطرق البسيطة للري المتتالي والذي تتركب فيه صمامات قياس أوتوماتيكية (عدادات) عند مدخل كل مجموعة من الأنابيب الفرعية .



شكل رقم (٢٤-٣) أحد نظم الري المتتالي

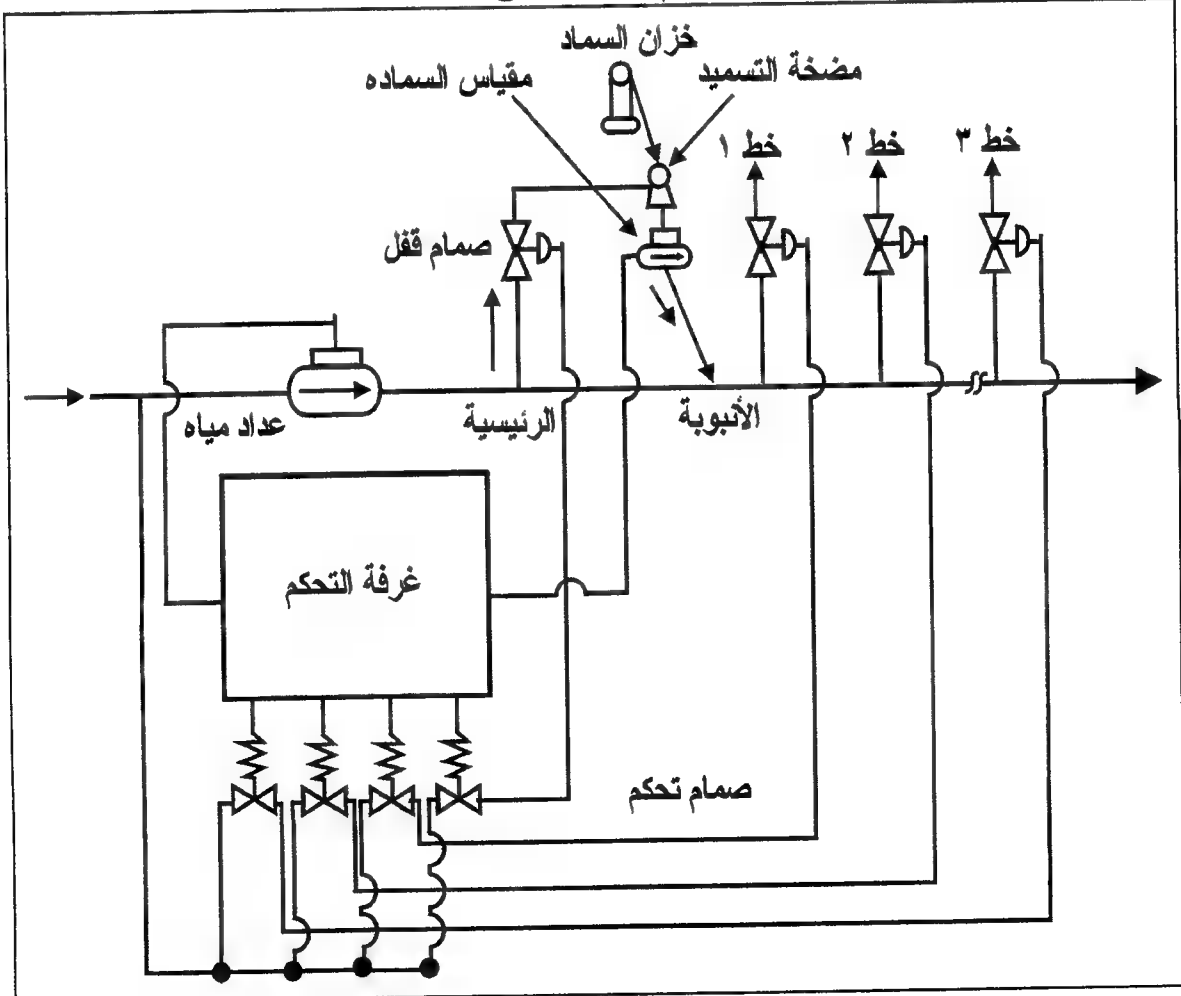
وكذلك تتركب علي الأنبوبة الرئيسية صمامات ضغط هيدروليكية خلف المداخل وتتصل صمامات القياس مع الصمامات الهيدروليكية بواسطة أنابيب صغيرة القطر .

وتسمح صمامات القياس بدخول الحجم المطلوب من المياه ثم تفتح الصمامات الهيدروليكية علي الأنبوب الرئيسي ليدخل الماء إلي المجموعة الأولى من الأنابيب الفرعية وبارتفاع الضغط يقلل الصمام الهيدروليكي الأول وعند تمام دخول الحجم المطلوب من المياه يقلل صمام القياس الأوتوماتيكي .. ويبدأ الضغط داخل الأنبوب الرئيسي في الزيادة فيفتح الصمام الهيدروليكي بما يسمح بدخول المياه إلي المجموعة الثانية من الأنابيب الفرعية ثم تكرر العملية وبمجرد اكتمال دورة واحدة تعود صمامات القياس الأوتوماتيكية إلي حالتها الأصلية وتبدأ الدورة التالية .

ومن النظم الأوتوماتيكية الأكثر تقدما تشغيل الصمامات الهيدروليكية إلكترونيا من وحدات تحكم حقلية تشمل أربعة عناصر رئيسية .

- أ - أجهزة القياس التي يمكن عن طريقها قياس كمية المياه التراكمية وتوصيلها الي وحدة تحكم كذلك يمكن قياس كمية الأسمدة التي تضخ من الخزان وتصل الي النظام وتوصيل هذه الكمية الي وحدة التحكم .. ومن الممكن أيضا توصيل أجهزة قياس سرعة الرياح والشد الرطوبي بحيث يتم إيقاف الري بالرش إذا كانت سرعة الرياح كبيرة أو في حالة وصول الشد الرطوبي الي المستوى الذي لا تحتاج النباتات معه الي استمرار الري .
- ب - وحدة التحكم الإلكترونية التي تتسلم المعلومات من أجهزة القياس وتقوم بتحليلها لتعطي التعليمات المناسبة الي الصمامات.
- ج - الصمامات اللولبية أو الحلزونية التي تتولي تحويل التعليمات الكهربائية التي يتم إستلامها من وحدة التحكم الإلكترونية إلى تعليمات هيدروليكية يتسبب عنها فتح او قفل الصمامات.
- د - الصمامات الهيدروليكية تتحكم فى سريان المياه إلى الأنابيب الفرعية أو مجموعة الأنابيب الفرعية التي تعمل مع بعضها فى وقت واحد.

يوضح الشكل رقم (٢٥-٣) أحد النظم الأتوماتيكية التي يمكن التحكم فيها الكترونيا عن طريق وحدة حقلية .. ومن الملاحظ الرئيسية لوحدات التحكم الحقلية ما يلي :-



شكل رقم (٢٥-٣) نظام تحكم أوتوماتيكي

- أ - البرمجة الأتوماتيكية للمياه والأسمدة على أساس الحجم أو الزمن.
- ب - قياس حجم الماء المستخدم.

- ج - القفل الأوتوماتيكي في حالة توقف وصول المياه بسبب أى نوع من الأعطال.
- د - التحكم الأوتوماتيكي فى الري على أساس الرطوبة والضغط وسرعة الرياح ومعدل التصريف ودرجة الحرارة (وذلك للحماية من الصقيع وارتفاع درجات الحرارة ارتفاعا كبيرا).
- هـ - غسل المرشحات.
- و - التحكم فى المضخات.
- ى - تنشيط الدفق وهو نظام يستخدم للرى بالرش أو التقيط وفيه يتم تدفق الماء وتوقفه بالتبادل (فعلى سبيل المثال يتدفق الماء لمدة عشرة دقائق ويتوقف لمدة (٥٠) دقيقة فى كل دورة مدتها ساعة ويستمر الري على دورات حتى يتم إعطاء كمية المياه اللازمة) ويفضل هذا النظام لأن معدلاته الصغيرة تعمل على تحسين تهوية التربة بحيث يمنع تراكم المياه على السطح .. وكذلك تمنع هذه الطريقة التسرب العميق للمياه إلى الخزان الجوفى.

ومن الممكن توصيل عدد من وحدات التحكم الحقلية إلى غرفة تحكم رئيسية يمكن عن طريقها التحكم الكامل من بعد فى جميع عمليات الري طبقا لبرامج سابقة الإعداد ويمكن أيضا تعديله ليواكب أى تغيرات غير متوقعة فى الظروف الجوية.

٦ - آلات الري بالرش المتحركة Mobile Sprinkling Machines

أصبحت آلات الري بالرش المتحركة أكثر شيوعا فى الوقت الحاضر نظرا لأنها تحتاج إلى أقل عماله ممكنة ويوجد العديد من هذه الآلات سنذكر فيما بعد شرح موجز لبعض منها .

أ - النظم التى تتحرك ذاتيا على عجلات جانبية

Self-moved Side – wheel –roll System

وهى عبارة عن أنبوبة من الألومنيوم عليها رشاشات دوارة تعمل كمحور لعجلات موضوعة على مسافات متساوية تصل إلى (٣٠) متر.

ب - الأذرع الرشاشة Boom Sprinkler

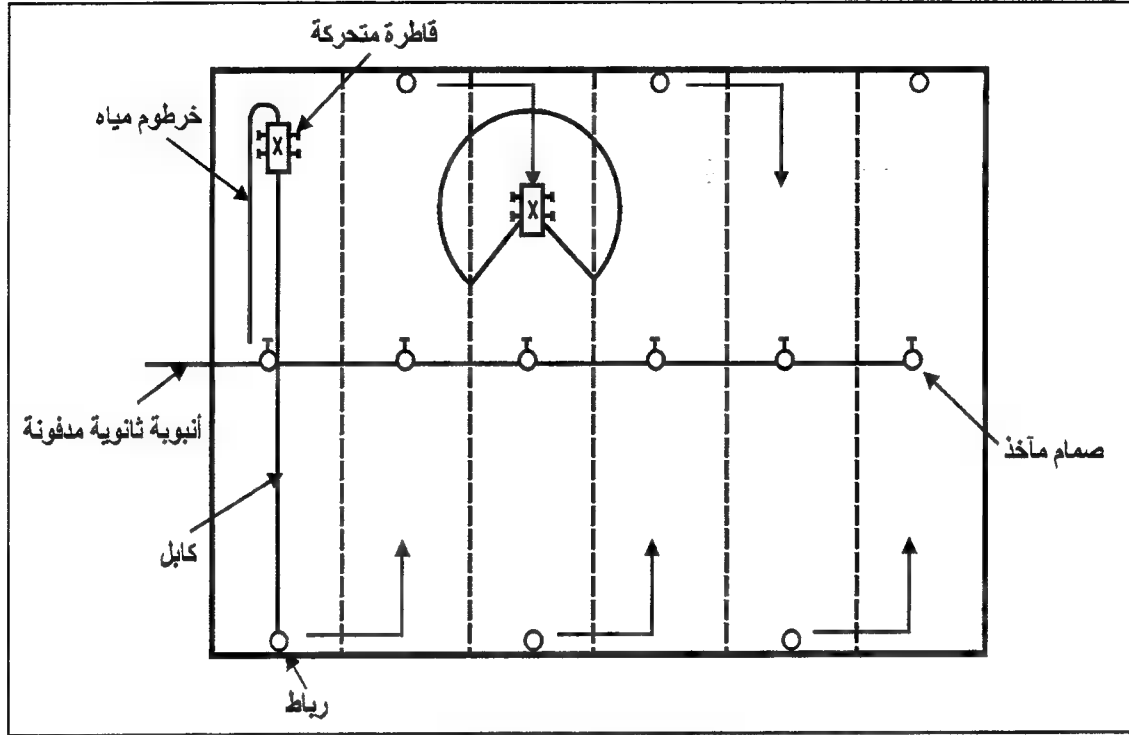
يتكون هذا النظام من ذراع يصل طوله إلى عدة عشرات من الأمتار يحمل من المنتصف على دعامة توضع فوق عربة متحركة ويثبت على طول الذراع رشاشات يتحدد حجم كل منها والمسافات بينها بحيث يكون توزيع المياه على طول الحقل منتظما ويزود طرفى الذراع برشاشات من نوع خاص لتغطية المساحات الركنية ويدور الذراع حول الدعامة بالسرعة المحسوبة.

ج - الرشاش المدفعى المتحرك ذاتيا

Self-propelled Gun-sprinkler Traveler

ويزود هذا النظام برشاش مدفعى يتحرك بشكل مستمر عن طريق توربين يعمل تحت تأثير الضغط المؤثر على المياه وإذا كان هذا الضغط أقل من اللازم فيمكن تدعيم الجهاز بمضخة دفع خاصة لهذا الغرض شكل رقم (٢٦-٣).

ويتصل النظام بمصدر المياه عن طريق أنبوبة طويلة مرنة ملفوفة على بكرة يبلغ قطرها (٥٠ - ١٢٥) مم بينما يتراوح طولها بين (١٥٠ - ٤٥٠) متر والرشاش المدفعى له قدرة إتقاف ترددية بزاوية تتراوح بين (٣٠° - ٣٣٠°) ويعمل تحت ضاغط تشغيل يتراوح بين (٤ - ١٠) جوى ويصل نصف قطر دائرة الرش به إلى ٥٠ متر.



شكل رقم (٢٦-٣) طريقة تشغيل المدفع المتحرك الذاتى الإدارة

٧ - نظام الري بالرش المحورى Center Pivot

يتكون نظام الري بالرش المحورى من أنبوبة واحدة يكون قطرها عادة فى حدود (١٥٠) مم ويصل طولها إلى عدة مئات من الأمتار عليها رشاشات دوارة وتحمل هذه الأنبوبة على أبراج يتراوح ارتفاعها بين (٢-٣) متر وتحمل هذه الأبراج على عجلات مطاطية تتحمل الخدمة الشاقة وتكون المسافة بين الأبراج من (٣٠ - ٦٠) متر .

وتزود بعض الأجهزة بأذرع خاصة تمتد عند الزوايا لرى الأجزاء التى تتخلف من المربعات بسبب الحركة الدورانية للأنبوبة الرئيسية حول محور الارتكاز وكذلك من الممكن تزويد نهاية الأنبوبة برشاشات خاصة يصل رذاذها إلى هذه الزوايا .

ومن المعتاد أن يتم جهاز الرش المحورى لفة كاملة خلال (١٢ - ٩٦) ساعة ويتوقف عمق مياه الري على سرعة دوران الأنبوبة حول المحور وتصريف الرشاشات ومساحة الأرض المراد تبلييلها .

ونظرا لأن الرشاشات التى تكون بالقرب من نهاية الأنبوبة يكون دورانها أسرع والمساحة التى تغطيها أكبر من تلك التى تكون أبعد من النهاية لذلك فإن المعتاد أن تكون الرشاشات أكبر كلما ابتعدت عن المحور أو أن تكون المسافات بينهما أقل بالابتعاد عن هذا المحور .

ولا يوصى باستخدام الري المحورى للأراضى الثقيلة التى يقل معامل تشربها للمياه ولكن يوصى باستخدامها فى الأراضى الخفيفة القليلة العمق مع زراعة محاصيل مثل الخضراوات أو البطاطس أو الذرة بأنواعها أو بنجر السكر أو العلف أو القمح ويعود السبب فى ذلك إلى أن تزويد التربة بريات عديدة وخفيفة يتيح ظروف مناسبة من الرطوبة الأرضية.

ونظم الري المحورى التى تصمم بعناية تعطى توزيع منتظم للمياه على سطح التربة ومع أن أسعار الأجهزة مرتفعة جدا إلا أن توزيع التكاليف على المدى الطويل يمكن أن تعتبر معه هذه النظم إقتصادية كذلك فإن التكاليف المرتفعة للطاقة اللازمة للتشغيل ينظر إليها أحيانا على أنها من أسباب عدم شيوع استخدام مثل هذا النظام .

٢.٢.٣-٢.٢.٣ مكونات شبكة الري بالرش

١ - الرشاشات

تخرج المياه المضغوطة في شبكة الأنابيب من خلال الرشاشات على صورة رذاذ ينتشر ليروي مساحة من الأرض على شكل دائرة وتركب هذه الرشاشات على الخط الفرعي بواسطة أنبوبة رأسية تسمى حامل الرشاش تثبت بواسطة سرج (قفيز) ويبلغ عدد الرشاشات على الخط الفرعي من (١٠) إلى (١٥) رشاشا ويجب ألا يزيد هذا العدد عن (٢٠) رشاش حتى لا يقل الضغط في رشاشات نهاية الخط عن بدايته مما يؤدي إلى عدم تجانس التوزيع في المياه .

ويتحرك الرشاش حول محورة نتيجة قوة دفع المياه المضغوطة في الشبكة وتؤدي هذه الحركة الدائرية والمياه إلى تغطية نحو (٦٥٪) من قطر دائرة الرش في حالة تدنى سرعة الرياح لذلك يراعى في نظام توزيع الرشاشات أن يحدث تداخل بين دوائر تأثير الرشاشات المتجاورة .

وقد بدأت نظم الري بالرش باستخدام الأنابيب المثقبة حين لم تكن الرشاشات قد عرفت بعد وفيها يخرج الماء في عدة اتجاهات وبعده زوايا ليروي مساحة مستطيلة عرضها حوالى عشرة أمتار بكامل طول الأنبوبة وتعمل مثل هذه الأنابيب تحت ضغط (٠,٧ - ٣,٥) جوى وتعطى في العادة تصرف لا يقل عن (١٠ مم / ساعة) وهناك العديد من أنواع الرشاشات التى يشيع استخدامها فى الوقت الحاضر نذكر منها الأنواع التالية بيانها وهى :

أ - الرشاشات الدوارة Rotating Impact Sprinklers

والفكرة فيها أن رأس الرشاش الذى يحتوى على فوهة واحدة أو أكثر تدور حول المحور الرئيسى نتيجة لشدة إندفاع الماء أو لوجود عاكس تربينى ثابت أمام أحد الفوهات تصطدم به المياه المندفعة مما يؤدي إلى دورانه بانتظام وسرعة تتوقف على التصميم الهندسى وقاعدة الدوران.

ويتوقف تصرف الرشاش على قطر كل فوهة والضغوط المائى ويتراوح قطر الفوهة بين (١,٥ - ٥ مم) أما الضغوط فيكون أقل من (٢) جوى فى الرشاشات التى تعمل تحت ضغط منخفض ويتراوح بين (٢-٤) جوى فى رشاشات الضغط المتوسط بينما يصل الضغط إلى (٤-٧) ضغط جوى فى رشاشات الضغط المرتفع .

يتراوح تصرف الرشاش بين (١ - ٢ م^٣ / ساعة) ويصل إلى (٢٠٠ م^٣ / ساعة) ويغطي دائرة يتراوح قطرها بين (٦ - ١٨٠ متر) .

ب - الرشاشات الصغيرة والمتوسطة Medium and Low-rate Sprinklers
وتعمل تحت ضغط متوسط يتراوح بين (٢-٤) جوى لتعطى تصرف يتراوح بين (٥,٥ - ٥ م^٢ / ساعة) وتغطى دائرة قطرها من (١٠ - ٤٠ متر) .

ج - الرشاشات المصغرة Mini-Sprinklers
تناسب هذه الرشاشات مع متطلبات الري الخاصة مثل ري الخضروات تحت الأنفاق البلاستيكية وري الأشجار بما لا يسمح بتراكم الأملاح على سطح التربة مع بقاء المسافة بين الأشجار جافة ويتراوح تصرف الرشاشات المصغرة بين (٣٠ - ٣٠٠ لتر / ساعة) وتغطى دائرة قطرها بين (٤ - ١٠ متر) وتحتاج إلى ضاغط يتراوح بين (١-٣ جوى) ويثبت الرشاش رأسياً فى الأرض بواسطة حربه مصنوعة من البلاستيك .

د - الرشاش المدفعى Gun Sprinkler
وهو رشاش لا يقل قطر فوهته عن (٢٠ مم) ويبلغ مداه حوالى (١٠٠ متر) ويتراوح تصرفه بين (٢٥ - ٣٥ م^٢ / ساعة) ويحتاج تشغيله إلى ضاغط يتراوح بين (٤ - ٧ جوى) ويناسب هذا النوع من الرشاشات الأراضي الرملية الخشنة حيث أنها لا تتضغط ولا تتكون القشرة السطحية المندمجة على سطحها بعد الرش كما يناسب هذا الرشاش محاصيل العلف وأشجار بساتين الفاكهة فى غير موسم التزهير نظراً للتصرف العالى وكبير حجم قطرات المياه التى تنناثر منه لتصل إلى التربة أو أوراق المحصول بقوة سقوط أكبر من الرشاشات العادية .

هـ - الرشاشات ذات الرأس الثابتة Fixed Head Sprinklers
وتتميز بأنها لا تحتوي على أجزاء متحركة وتعمل بضغوط مائى يتراوح بين (٣٥ - ٥,٥ جوى) ويصل تصرفها إلى (١٥ - ٢٠ م^٢ / ساعة) وفي هذه الرشاشات يصطدم التيار الرأسى المندفَع من رأس الرشاش بالمخروط المنعكس المثبت اعلى الفوهة فيرتد الماء على هيئة مخروط مائى مفلطح محدود المساحة ويصلح هذا الرشاش للملاعب والحدائق وبساتين الفاكهة .

٢ - الأنابيب الفرعية
تستمد الأنابيب الفرعية المياه من الأنابيب الرئيسية عن طريق وصلة على شكل حرف (T) ويتراوح أقطارها بين (٤٠ - ١٠٠ سم) وغالباً ما تكون من البولي فينيل كلوريد (PVC) أو من البولي إيثيلين (PE).

والأنابيب الفرعية إما متحركة أو ثابتة كما هو الحال فى ري بساتين الفاكهة وتركب الرشاشات على الخطوط الفرعية عن طريق مواسير رأسية (قوائم) يختلف ارتفاعها حسب طول المحصول المطلوب ريه .

٣ - الأنابيب الرئيسية
تصل الأنابيب الرئيسية بالمياه من المصدر إلى الأنابيب الفرعية وتتراوح أقطارها بين (٧٥ - ٤٠٠ مم) وتصمم بحيث تتحمل الضغوط التى تقع عليها ولا تقل عن (٤ جوى) فى أغلب الأحوال .

وقد كان من الشائع استخدام المواسير الحديدية وتلك المصنوعة من الألومنيوم إلا أن دخول مادة البولي فينيل كلوريد (PVC) فى العديد من مجالات الري والصرف أدى إلى إنتشار إستخدامها وذلك للأسباب الآتية:

- المتانة العالية والقدرة على تحمل ضغوط مرتفعة.
- عدم التآكل أو التعرض للصدأ أو التفاعل مع العناصر الكيميائية المختلفة.
- نعومة ملمس السطح الداخلى مما يقلل من الفاقد بالإحتكاك .
- سهولة التركيب بواسطة المواد اللاصقة للأقطار الصغيرة (٢٠ - ٢٠٠ مم) والحلقات المطاطية (الجوانات) للأقطار الكبيرة (١٠٠ - ٤٠٠ مم).
- خفة الوزن حيث يصل وزن المتر من المواسير قطر (١/٢) بوصة إلى حوالى (٠,٢٥) كيلوجرام بينما يبلغ وزن المتر الطولى من المواسير قطر (١,٠) بوصة حوالى (١,٢٥) كيلوجرام وتنتج هذه المواسير على شكل وصلات طول كل منها (٦) متر وليس من الضروري أن يكون قطر الماسورة ثابتا على طول الخط بل يمكن أن يتغير تبعا لتغير التصريف الذى يمر به.

٤ - الأجزاء الإضافية

أ - الصمامات (المحابس)

- ويوجد منها العديد على طول الشبكة مثل :
- الصمام الرئيسى ويوضع فى بداية الشبكة والغرض منه فتح أو قفل المياه إلى أو عن النظام بأكمله.
- صمام خط الرشاشات ويركب عند بداية كل خط فرعى.
- صمام تخفيف الضغط ويركب بعد المضخة مباشرة والغرض منه تخفيف الضغط الزائد عن ضغط التشغيل المطلوب ويعمل أليا.
- صمام تفريغ الهواء ويوضع فى الأماكن المرتفعة من الخط بحيث يسمح بطرد الهواء من الأنبوبة مما يقلل من احتمالات انفجارها.
- صمام عدم إرتداد ويوضع عادة على ماسورة طرد المضخة ليحفظ أعلى من منسوب المضخة مما يسهل من عمليتى التحضير والتشغيل.

ب - المنظومات

- منظم الضغط ويركب عند بداية الخط الرئيسى والخطوط الفرعية ويعمل على ضبط الضغوط لتكون قريبة من الضغوط التصميمية.
- منظم التصريف ويمكن أن يضبط يدويا أو أوتوماتيكيا ليتحكم فى التصريف المار إلى الشبكة أو أى جزء منها طبقا للبرنامج التصميمى المطلوب.

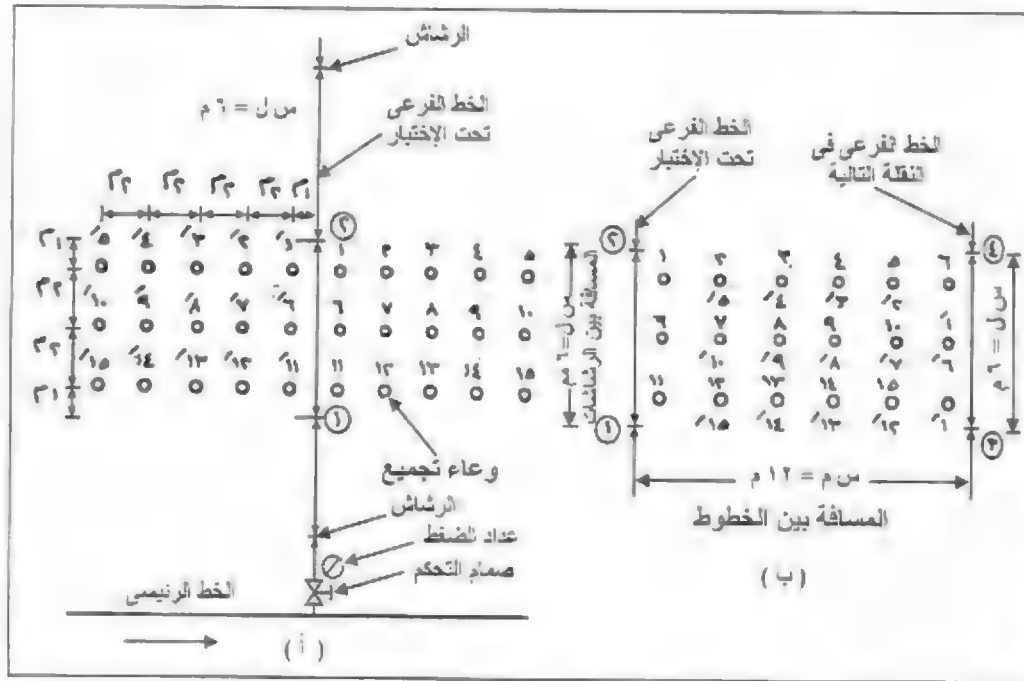
٣-٢-٣-٢-٣ أسس تشغيل نظم الري بالرش

يتكون نظام الري بالرش من مجموعة من الأنابيب والرشاشات تنتقل خلالها المياه إلى فوهة الرشاشات حيث يتحول الضغط إلى سرعة تعمل على تقسيم المياه إلى حبيبات ذات أحجام مختلفة تسقط حول كل رشاش على شكل دائرة إذا كانت سرعة الرياح صغيرة أو إذا لم يكن هناك رياح على الإطلاق أما إذا كانت سرعة الرياح كبيرة فإن هذه الدائرة تنزاح بعيدا عن الرشاش فى إتجاه الرياح السائدة مما يعمل على تشتيت ذرات المياه وعدم سقوطها فى المواقع المحددة لها.

تتوقف المساحة المبثلة من الأرض وتوزيع المياه فوقها على ضغط التشغيل ونوع وزاوية وقطر فوهة الرشاش أو فوهاته إذا كان له أكثر من فوهة واحدة فعند ضغط معين يزيد حجم قطرات المياه بزيادة قطر الفوهة وبالنسبة لقطر فوهة معين يزيد حجم قطرات المياه مع انخفاض الضغط وتسقط القطرات الكبيرة الحجم بعيدا عن الرشاش بينما تسقط القطرات الصغيرة بالقرب من الرشاش. ومن العوامل الأخرى التي تؤثر على توزيع المياه على سطح الأرض ميكانيكية النظام وسرعة الدورات وارتفاع القائم الذي يركب عليه الرشاش وسرعة اتجاه الرياح.

أ. أنماط التوزيع

يمثل نمط التوزيع عمق المياه التي تجمع في أوعية توضع على مسافات على طول قطر الرمي بالنسبة لموقع الرشاش وعادة ما يكون نمط التوزيع متماثلا في حالة عدم وجود الرياح أو عند السرعات الصغيرة للرياح حول الرشاش نفسه أما إذا كانت سرعة الرياح كبيرة فإن هذا التماثل يفقد طبيعته كذلك فإن الضغط الزائد عن الحد والضغط المنخفض يؤثران سلبا على نمط التوزيع فعند الضغط المنخفض يقل قطر المساحة المبثلة ويزيد عدد قطرات المياه الكبيرة الحجم أما إذا كان الضغط زائدا عن الحد فإن قطر المساحة المبثلة يكون كبيرا وتصبح نسبة كبيرة من القطرات متناهية في الصغر (انظر الشكل رقم (٢٧-٣) ، (٢٨-٣)).



شكل رقم (٢٧-٣) قياس إنتظامية التوزيع باستخدام خط فرعى واحد

أ. تخطيط الحقل التجريبي (س ل = ٦ م) المسافة بين الرشاشات

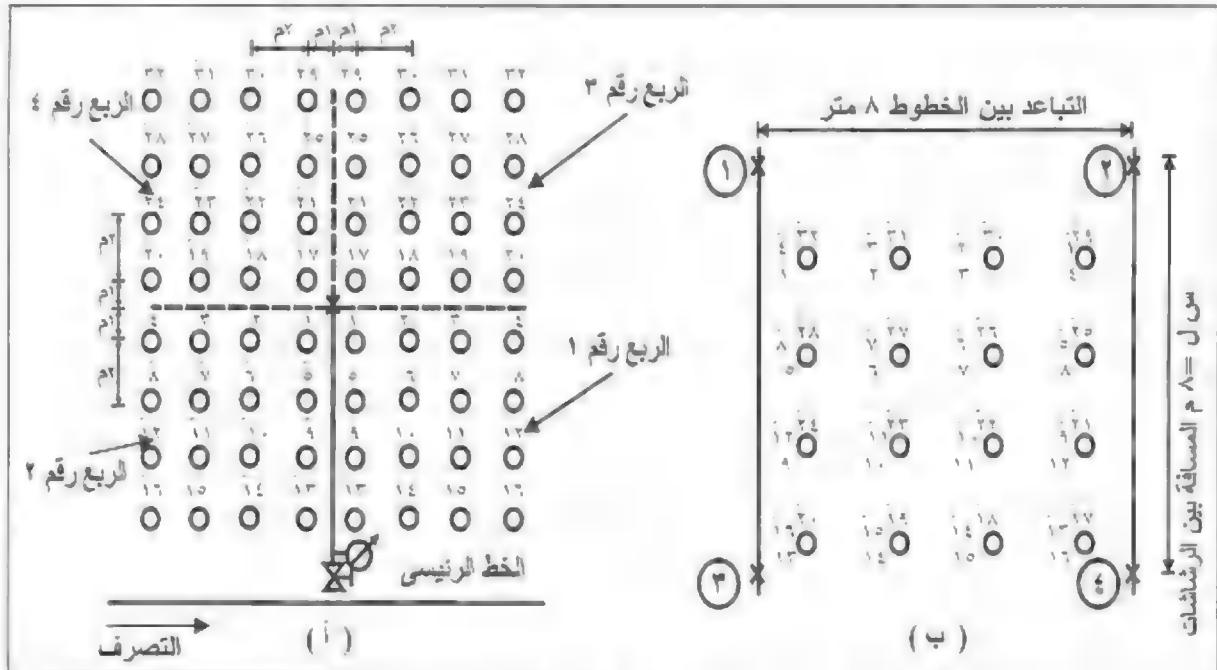
ب. تحليل إختبار الحقل (التباعد بين الخطوط ١٢ متر والمسافة بين الرشاشات ٦ متر)

ب. التداخل والتباعد

من الشائع التعبير عن نظام التوزيع بين الرشاشات بمعامل الإنتظام فعندما تزيد قيمة هذا المعامل عن رقم إختياري معين يعتبر إنتظام التوزيع مقبولا ولكي يكون التوزيع منتظما يلزم وجود تداخل بين أنماط لتوزيع للرشاشات المتجاورة وهذه بالتالى تتوقف كما سبق أن ذكرنا على نوع الرشاش والفوهات والضغط وظروف الرياح.

ويمكن الحصول على توزيع منتظم علميا عندما يكون التباعد بين الخطوط يعادل من (٦٠ - ٦٥) من قطر الإبتلال وعندما يكون التباعد بين الرشاشات يعادل (٤٠ %) من قطر الإبتلال بالنسبة للرشاشات ذات الفوهة الواحدة أما الرشاشات ذات الفوهتين فإن الأرقام المقابلة تكون (٧٠ - ٧٥ %) و (٤٠ %) من قطر الإبتلال على الترتيب.

ونظرا لأن الرياح تؤثر في إنتظام توزيع المياه على سطح التربة لذلك يوصى بتقليل التباعد بمقدار (١٠ %) إذا تراوحت سرعة الرياح بين (٣ - ٦ كيلومتر / ساعة) وبمقدار (٣٠ - ٣٥ %) إذا تراوحت سرعة الرياح بين (٦ - ١٢ كيلومتر / ساعة).



الأرقام تمثل حجم المياه المقاسة في أوعية التجميع
شكل رقم (٢٨-٣) قياس إنتظامية التوزيع باستخدام رشاش واحد

- أ - تخطيط الحقل التجريبي
ب - تحليل إختبار الحقل (التباعد بين الخطوط ٨ متر والمسافة بين الرشاشات ٨ متر)

ج - معدل التطبيق

يتوقف تصريف الرشاش على إتساع الفوهة والضغط اللازم لتشغيله ويعرف معدل التطبيق بأنه ناتج توزيع تصريف الرشاش على مساحة تعادل التباعد بين الخطوط مضروباً في التباعد بين الرشاشات.

ومن الممكن أن يكون معدل التطبيق كبيراً إذا كانت التربة ثقيلة وذات إنحدارات كبيرة مما ينتج عنه تغدق بعض المواقع وسريان المياه سطحياً فوق البعض الآخر لذلك فإنه من المهم أن يكون معدل التطبيق أقل من معدل التسرب .

تصريف الرشاش

$$\text{أي أن معدل التطبيق} = \frac{\text{تصريف الرشاش}}{\text{المسافة بين الخطوط} \times \text{المسافة بين الرشاشات}}$$

ويستخدم معدل التطبيق في حساب عدد ساعات الري وذلك بقسمة كمية المياه التي يحتاج إليها الحقل كعمق بالمم على معدل التطبيق بالمم / ساعة .

عمق المياه المطلوبة للري (مم)

أى أن عدد الساعات المطلوبة للري = $\frac{\text{عمق المياه المطلوبة للري (مم)}}{\text{معدل التطبيق (مم / ساعة)}}$

د - الإختبارات الحقلية ومعامل التوزيع

يقدر إنتظام التوزيع من الرشاشات عن طريق إختبارات حقلية يتم فيها تجميع المياه في أوعية موضوعة على مسافات محددة من الرشاشات في الإتجاهات المختلفة.

وعادة ما تجرى إختبارات الحقل على خط واحد أو على رشاش واحد في مساحة مستوية بها صرف كافى وفى هذه الحالة يكون الخط ذو قطر كافى حيث يقلل الفاقد بالإحتكاك ويزود فى بدايته بصمام ومقياس أو منظم للتحكم فى ضغط الإختبار .

وعادة ما توزع الأوعية على بعد (٢,٠ متر) على جانبي الرشاشات وتزود بقمع مخروطى لتقليل البخار وتكون حافة الأوعية على بعد (٠,٦ متر) من مستوى الرشاش وتستمر التجربة لفترة زمنية كافية لتجميع كمية وفيرة من المياه فى كل وعاء وعادة ما تكون هذه الفترة فى حدود ساعتين .

وخلال التجربة تسجل سرعة واتجاه الرياح دوريا حيث يفضل أن تكون سرعة الرياح خلال التجربة منخفضة لذا يفضل أن تتم التجربة فى الصباح المبكر أو متأخرا بعد الظهر ليس لهذا السبب فقط ولكن لتقليل الفاقد بالبخار من الرزاز المتطاير .

ومن الطبيعى أن تكون نتائج الإختبارات الحقلية تقريبية إذا قورنت بالواقع فى الحقل وذلك للأسباب الآتية :-

- أ - إختلاف إرتفاع القوائم فى الحقول عنها فى الإختبارات .
- ب - الإختلاف بين سرعة دوران الرشاشات المستعملة عنها فى الرشاشات الجديدة .
- ج - الإختلاف بين الضغط الفعلى على مستوى الحقل والضغط تحت التحكم فى حالة التجارب الحقلية .
- د - عادة ما يكتفى بتجربة واحدة كإختبار ولا تعاد إلا إذا كان المراد عمل أبحاث على نوع معين من الرشاشات وذلك نظرا للتكاليف الكبيرة والعمالة والوقت الذى تستغرقه كل تجربة وفى الغالب لا تكون التجربة الواحدة ممثلة للواقع .
- هـ - هناك أدلة على أن إنتظام التوزيع يتحسن بزيادة زمن الري كذلك هناك أدلة على أن إنتظام التوزيع يتحسن بزيادة عدد الريات .
- و - قد يودى إختلاف ظروف الرياح فى منطقة التجربة عن الواقع فى الحقل إلى إختلاف إنتظام التوزيع وحتى الرياح ذات السرعات المتساوية والإتجاهات المتماثلة من الممكن أن ينتج عنها أنماط مختلفة من التوزيع ومن المعتاد إعتبار معامل التوزيع الذى يزيد عن أو يساوى ٨٠ ٪ هو أقل قيمة مقبولة لأغراض التصميم .

٣.٢.٣-٤ قواعد وأسس تصميم الري بالرش

أ - الكفاءة التصميمية للنظام

يحدث تحت ظروف استخدام الري بالرش فقد للمياه بسبب البخر والتشبت الناتج عن إزدياد سرعة الرياح ويؤدي ذلك بطبيعة الحال إلى انخفاض كفاءة النظام وهنا يلزم تعويض هذه الفواقد في مرحلة التصميم بحيث يمكن تقدير كفاءة تصميم مرتفعة له.

وتتأثر هذه الفواقد بمجموعة من العوامل التي تتغير بشكل مستمر خلال موسم النمو مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية والإشعاع وسرعة الرياح ونوع المحصول وحجم حبيبات المياه ويتسبب ذلك في صعوبة التنبؤ بحجم الفواقد المائية لذلك فإن الكفاءة التصميمية تفترض عادة على أساس قيم متوسطة لفترة أقصى الاحتياجات من موسم نمو المحصول وتسمى الكفاءة التي تعتمد على الفواقد التي تنتج عن البخر والتشبت بواسطة الرياح بكفاءة الرذاذ.

كذلك فإن إضافة كمية المياه اللازمة فقط لإستهلاك النبات ينتج عنها توزيع مكاني غير منتظم للرطوبة على مستوى الحقل فإذا أريد زيادة انتظام هذا التوزيع في الرطوبة فإنه يلزم إضافة كمية من المياه تزيد عن تلك التي يستهلكها النبات فعلياً ومن ثم تكون كفاءة التوزيع المنتظم مساوية لكمية المياه التي يفترض أن يستهلكها النبات مقسومة على كمية المياه التي تنشر على سطح الأرض.

وتكون الكفاءة التصميمية للنظام مساوية لكفاءة الرذاذ مضروبة في كفاءة التوزيع المنتظم.

ومن المعتاد أن تتراوح هذه الكفاءة خلال ساعات النهار بين (٦٥٪) في المناطق التي تكون الظروف المناخية فيها متطرفة إلى حوالي (٧٥٪) لتلك ذات المناخ المعتدل أما الكفاءة خلال ساعات الليل فيمكن أن تصل إلى (٨٥ - ٩٠٪).

وعند تحديد الكفاءة التصميمية للنظام يمكن الحصول على الاحتياجات المائية الكلية من المعادلة الآتية :

$$\text{الاحتياجات المائية الكلية} = \frac{\text{الاحتياجات المائية الصافية}}{\text{الكفاءة التصميمية}} \quad (١١.٣)$$

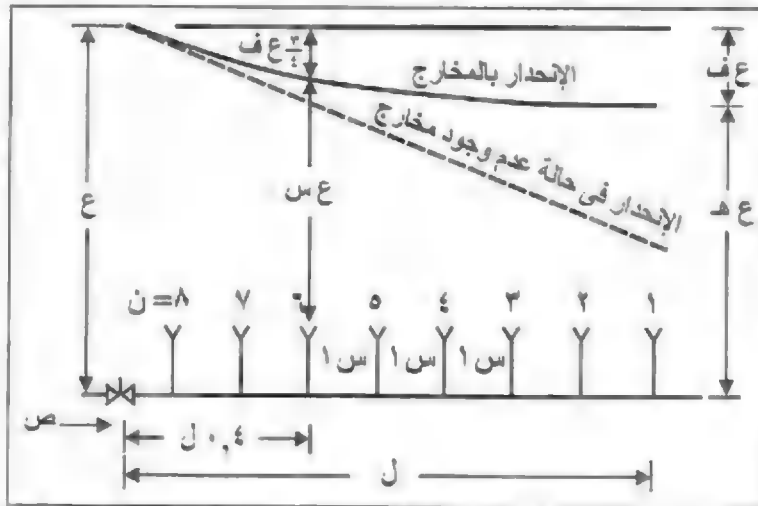
ب - تصميم الأنابيب الفرعية

تعمل الأنبوبة الفرعية كأنبوبة عليها مخارج متعددة على مسافات متساوية يقل فيها معدل التصريف بالإبتعاد عن بدايتها ويزيد الفقد بالإحتكاك بالإقتراب من نهايتها ويفترض أن متوسط ضغط التشغيل على طول الأنبوبة الفرعية يساوي ضغط تشغيل الرشاش الذي يقع على بعد (٥ / ٢) من بداية الخط في إتجاه النهاية (للسهولة يمكن اعتبار هذا الرشاش في منتصف الخط) وعند هذه النقطة يكون ثلاثة أرباع الفقد بالضغط قد تبدد.

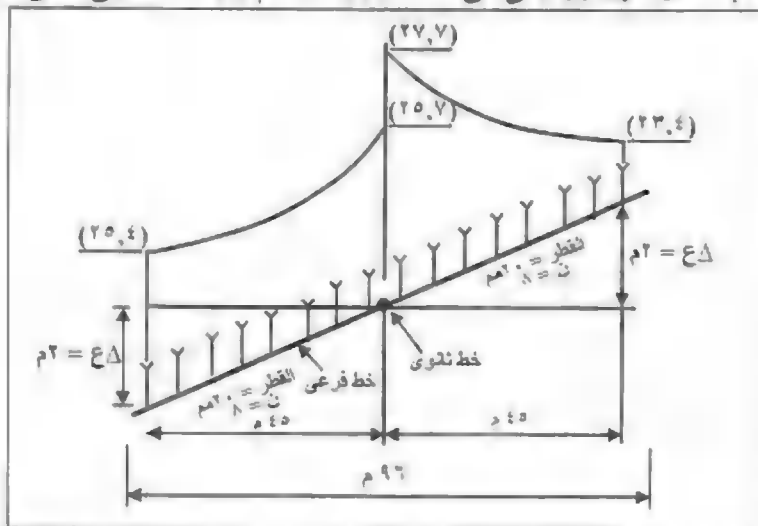
وإذا كانت الأنبوبة الفرعية منحدرة بشدة إلى أسفل فمن الممكن أن يكون الضاغط في نهايتها أكبر من ذلك عند المدخل في البداية ... ومن الممكن إثبات أن النسبة بين التصريفات عند أي نقطتين على طول الأنبوبة الفرعية تتناسب مع الجذر التربيعي للنسبة بين الضاغط عن نفس النقطتين أي أن :

$$\frac{V_1}{\sqrt{H_1}} = \frac{V_2}{\sqrt{H_2}}$$

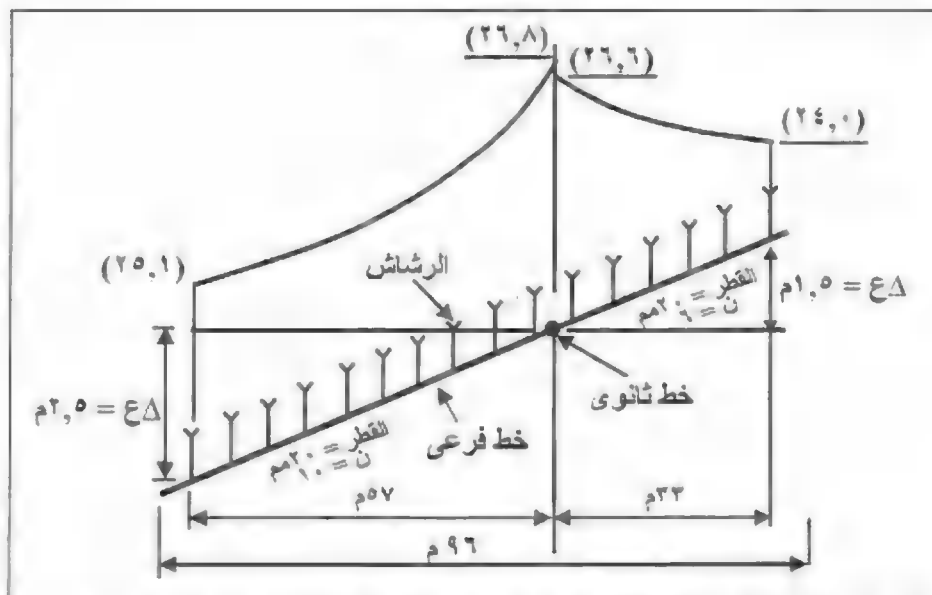
حيث V_1 ، V_2 هو التصريف عند النقطتين ١، ٢، H_1 ، H_2 هو الضاغط المقابل عند هاتين النقطتين وبمعرفة تصريف الرشاش وضغط التشغيل عند أى نقطة يمكن تحديد تصريف وضغط التشغيل للرشاش الأخير على الخط وساعتها يمكن اختيار الرشاش المناسب من كتالوجات المنتج. ومن المعتاد إهمال الفاقد بالإحتكاك الناتج عن الوصلات السريعة الفك والتركيب حيث ثبت من التجارب الحقلية أن نسبة هذا الفاقد لا تزيد عن (٥ - ٦ %) من الفاقد الكلى. ومن الممارسات الشائعة ألا يزيد الفرق فى التصريف بين الرشاشات عن (١٠ %) وبذلك يكون الفرق المسموح فى ضغط التشغيل فى حدود (٢٠ %) وذلك بناء على المعادلة الموضحة بعاليه فإذا زاد الفرق بين ضغط التشغيل عن (٢٠ %) فإنه يلزم فى هذه الحالة زيادة قطر الأنبوبة أو تقليل طولها لذلك فإن قطر الأنبوبة يحدد أولاً طبقاً لقاعدة (٢٠ %) (أى يكون الفرق فى ضغط التشغيل فى حدود ٢٠ %) وإذا زاد الضغط عن ذلك يركب منظم للضغط عند بداية الأنبوبة لهذا الغرض. انظر الأشكال رقم (٢٩-٣)، (٣٠-٣)، (٣١-٣).



شكل رقم (٢٩-٣) الإحتدار الهيدروليكي فى حالة وجود وعدم وجود مخارج على طول أنبوبة أفقية



شكل رقم (٣٠-٣) الإحتدار الهيدروليكي لخطين فرعيين عندما يكون الخط الثانوى فى المنتصف



شكل رقم (٣١-٣) الإحذار الهيدروليكي لخطين فرعيين عندما يكون الخط الثانوي على يمين المحور

تحديد أكبر عدد من الخطوط الفرعية التي يمكن تشغيلها في نفس الوقت
لكي يمكن تصميم الأنابيب الثانوية والرئيسية فإنه يلزم معرفة البيانات الآتية:

- الضاغط الرأسي عند مدخل الأنبوبة الفرعية (أو الأنابيب الفرعية)
- التصريفات التي يمكن أن تحملها الأنابيب

ولمعرفة البيان الأخير يلزم تحديد عدد الخطوط الفرعية التي يمكن تشغيلها في وقت واحد وأيضا تحديد ترتيب تشغيلها على طول الخط الثانوي.

ولتحديد عدد هذه الخطوط يلزم أخذ العوامل الآتية في الاعتبار:

- الإحتياجات المائية وفترات الري للمحاصيل المختلفة.
- أطوال الأنابيب الثانوية.
- التباعد بين الأنابيب الفرعية.
- عدد الريات خلال اليوم.
- عدد ساعات الري خلال اليوم الواحد.

ويمكن حساب أكبر عدد من هذه الخطوط الفرعية التي يمكن تشغيلها في نفس الوقت طبقا للقواعد الآتية:

$$\text{عدد نقلات الخطوط الفرعية} = \frac{\text{طول الأنيوبة الثانوية}}{(\times 2 \text{ إذا كانت الأنيوبة الثانوية في منتصف الحقل})} \times \text{التباعد بين الأنياب الفرعية}$$

فترة الري باليوم = $\frac{\text{الإستهلاك المائي الصافي}}{\text{معدل البخر والنتح اليومي}}$

$$\text{عدد الأنابيب الفرعية التى يمكن تشغيلها فى نفس الوقت} = \frac{\text{عدد النقلات}}{\text{فترة الري التصميمية}}$$

وتختلف فترة الري التصميمية عن فترة الري المحسوبة بطرح بعض الأيام من الفترة الأخيرة يتم خلالها تنفيذ العمليات الزراعية المختلفة (التسميد - نزع الحشائش - التقليم إلخ)

فإذا كان عدد الريات خلال اليوم الواحد يزيد عن الواحد الصحيح (أى الري مرتين يوميا على سبيل المثال) فإن :

عدد الأنابيب الفرعية التى يمكن تشغيلها فى نفس الوقت =

العدد السابق الحصول عليه من المعادلة السابقة

(١٢-٣)

عدد الريات خلال اليوم الواحد

ترتيب تشغيل الأنابيب الفرعية على طول الخطوط الثانوية

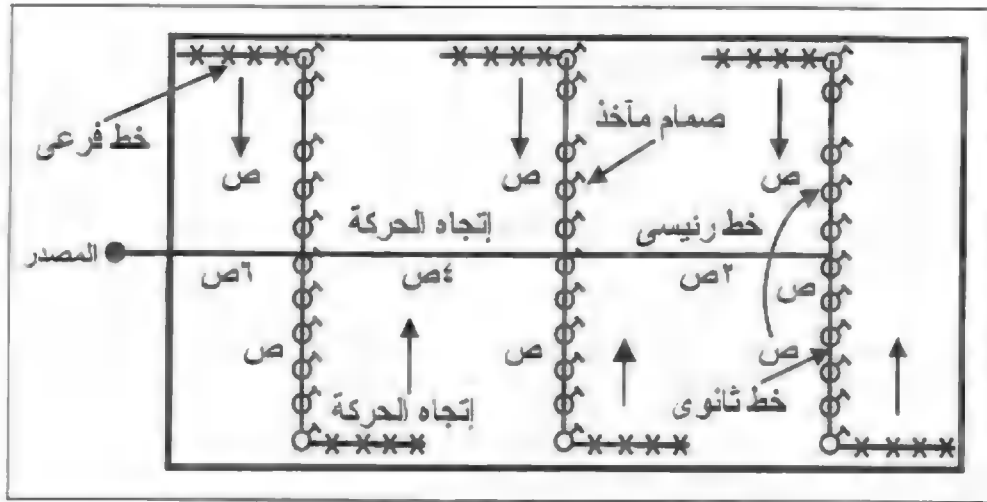
بعد معرفة أكبر عدد من الأنابيب الفرعية التى يمكن تشغيلها على طول الخط الثانوى يلزم تحديد الترتيب الذى ستعمل به هذه الأنابيب حتى يمكن حساب التصرف الذى سيصمم عليه قطاع الأنبوبة الثانوية ومتى تم عمل هذا التصميم فإنه يجب الإلتزام بالأسس التى تم البناء عليها وإلاحدث إختلاف فى الضغوط عند تشغيل النظام.

وباعتبار حقل مستوى به أنبوبة ثانوية مدفونة وسط الحقل يتم تشغيل خطى أنابيب فرعية تصرف كل منها (ص) فى نفس الوقت لذلك فإن قطاع الأنبوبة الثانوية تصمم على أساس تمرير تصرف مقداره (٢ص) وذلك إذا كان الري يتم على مستوى الحقل ككل - أما إذا كان الري سيتم على نصف الحقل فقط فمن الممكن فى هذه الحالة تصميم النصف الأول من الأنبوبة الثانوية على أساس تصرف مقداره (٢ص) والنصف الثانى على أساس تصرف مقداره (ص) فقط مما يقلل من القطر فى هذا النصف وبالتالي من تكاليف التوريد والتركيب.

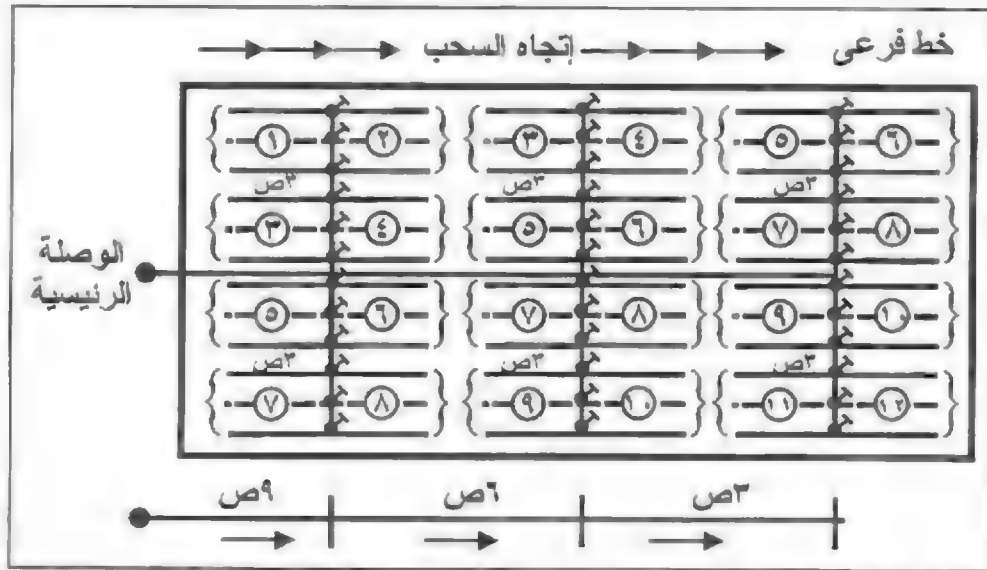
ومن الممكن أيضا تشغيل أربعة أنابيب فرعية لتغطى كل منها ربع الطول على الأنبوبة الثانوية وفى هذه الحالة يكون التصريف المقابل من بداية الأنبوبة الثانوية هو ٤ص ، ٣ص ، ٢ص ، ص فإذا تم تشغيل اثنين من الأنابيب الفرعية فى نفس الوقت يكون التصرف المقابل هو ٤ص ، ٢ص وهكذا....

ويتم إختيار الأبعاد الإقتصادية للأنبوبة الثانوية بناء على التصرف الأقصى الذى يمر خلال قطاعها وأيضا على الضاغط الرأسى الأقصى الذى يمكن أن تتعرض له.

ولكى يؤكد إتباع القائمين على الري لقواعد وأسس التصميم يلزم وضع قائمة بالتعليمات تشتمل بالإضافة إلى ترتيب التشغيل معلومات عن قطر الأنابيب الفرعية والضاغط عند مدخلها وعدد ساعات التشغيل وعدد مرات الري يوميا والإحتياجات المائية الكلية التصميمية والفترة التصميمية بين الريات. أنظر شكل رقم (٣٢-٣) ، (٣٣-٣).



شكل رقم (٣٢-٣) تتابع تشغيل الخطوط الفرعية في نظام نقالي



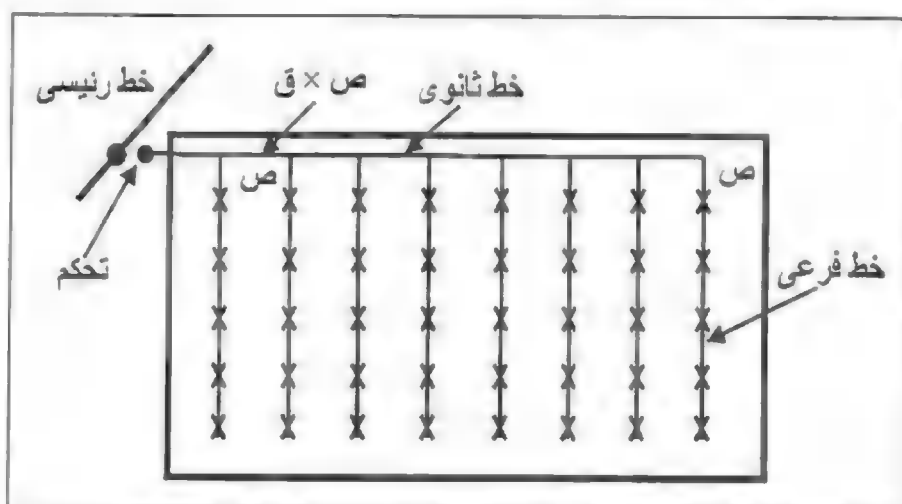
شكل رقم (٣٣-٣) تتابع تشغيل الخطوط الفرعية والتصرفات في نظام سحب

ج - تصميم الأنبوبة الثانوية

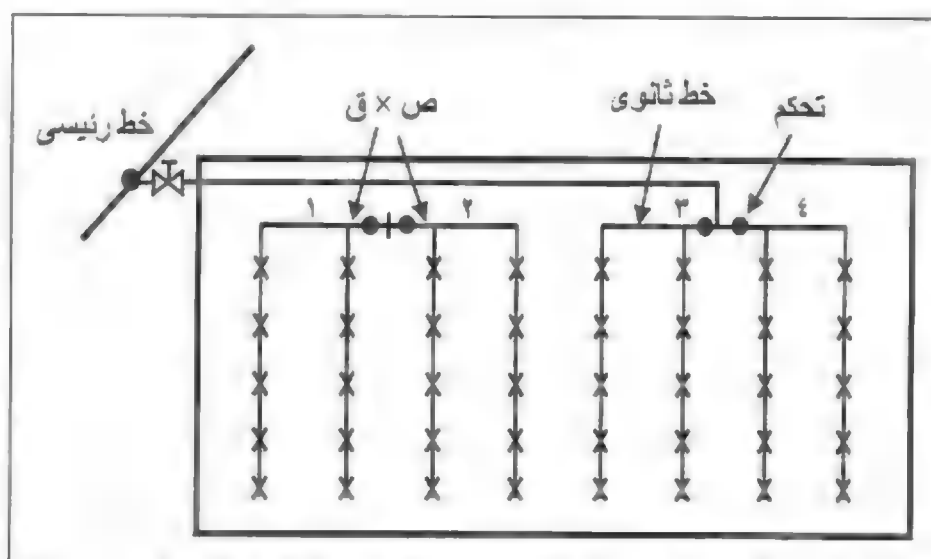
يبدأ تصميم الأنبوبة الثانوية بإعداد رسم توضيحي مبيناً عليه متى يتم تشغيل الأنابيب الفرعية ثم توضع هذه البيانات في جدول يتم فيه ترتيب التصرف المار في كل قطاع تصاعدياً مع إيضاح الميل في سطح الأرض ومقدار الفاقد بالإحتكاك.

تصنع أنابيب الخطوط الثانوية عادة من البولي إيثيلين أو البولي فينيل كلوريد وتتراوح أقطارها بين (٢٠ - ٨٠ سم) ويتوقف إختيار قطر هذه الأنابيب على التصميم الهيدروليكي (التصريف والضغوط) من ناحية وعلى نوع الوصلة المستخدمة للربط بين الأنبوبة الفرعية والأنبوبة الثانوية من ناحية أخرى وفي بعض الأحيان تختار أنابيب من أقطار أكبر من اللازم في حالة إستخدام وصلات يتم تثبيتها بالكبس .

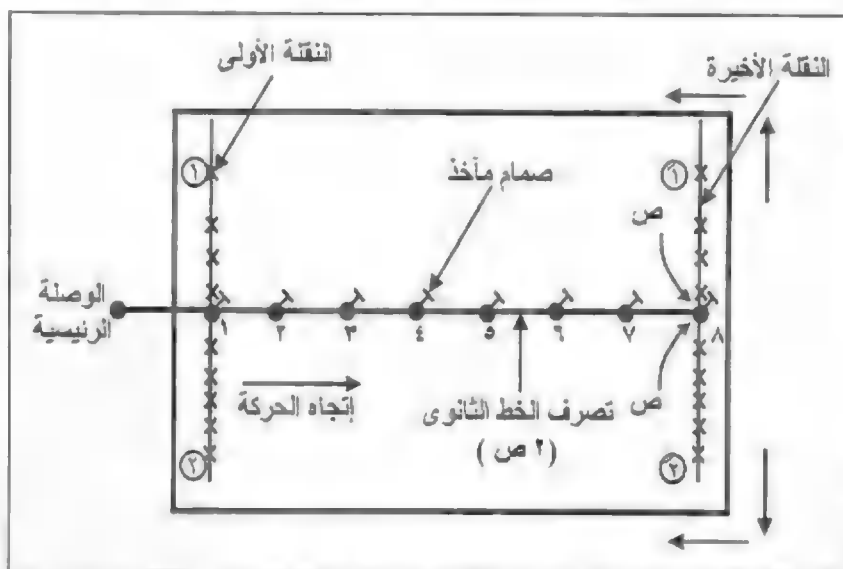
كذلك فإنه يلزم دفن المواسير التي تصنع من البولي فينيل كلوريد بسرعة تحت سطح الأرض حيث أنها تتأثر وتلف بسرعة بفعل الأشعة الضوئية فوق البنفسجية. انظر الأشكال من (٣٤-٣) إلى (٣٨-٣)



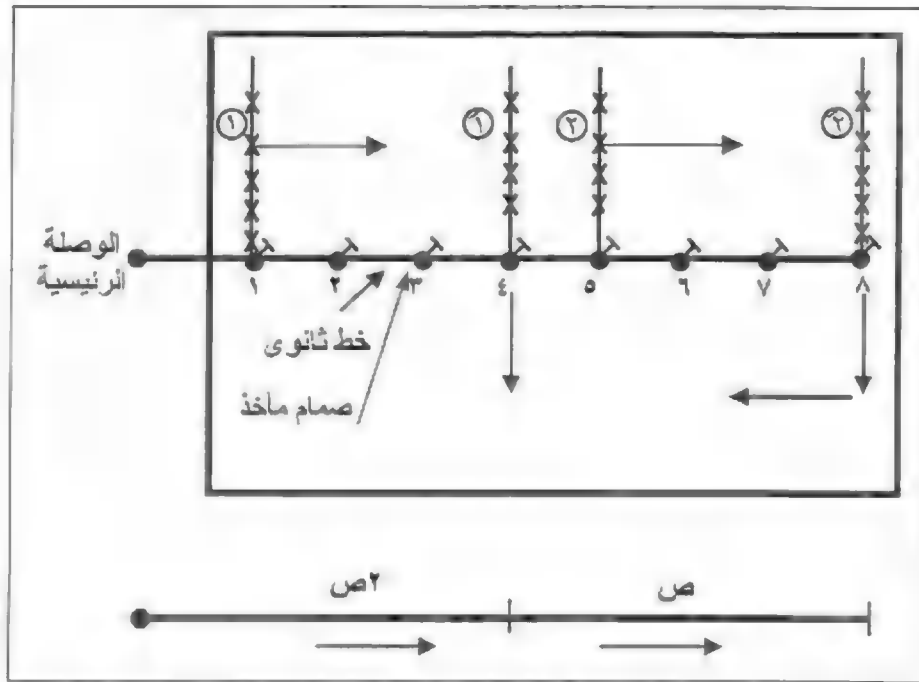
شكل رقم (٣٤.٣) نظام مجمع ذو خط ثانوى واحد



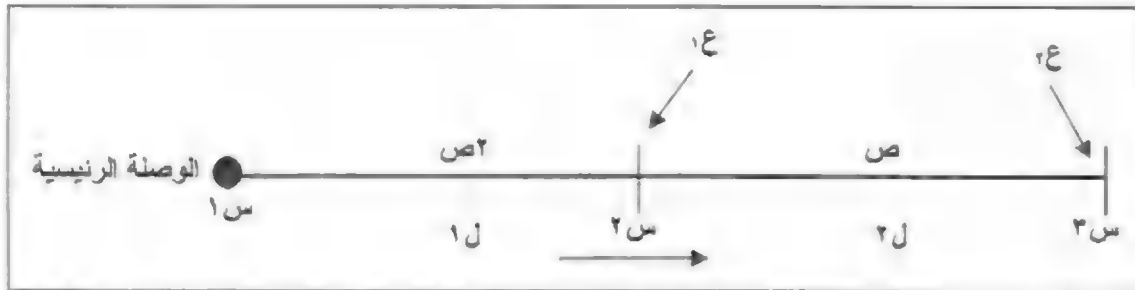
شكل رقم (٣٥.٣) نظام مجمع ذو أربعة خطوط ثانوية



شكل رقم (٣٦.٣) خط ثانوى عليه خطين فرعيين نقالى لهما مأخذ وحيد



شكل رقم (٣٧-٣) خط ثانوي عليه خطين فرعيين نقالي يروى كل منهما نصف الحقل



شكل رقم (٣٨-٣) شكل توضيحي يبين التصرفات التصميمية والأطوال والمناسيب على طول خط ثانوي

د - تصميم الأنبوبة الرئيسية

تصنع الأنابيب الرئيسية عادة من الأسبستوس الأسمنتي أو البولي فينيل كلوريد أو من البولي إيثيلين ويعتبر اختيار قطر الأنبوبة الرئيسية مسألة إقتصادية يقارن فيها بين تكاليف الضخ التي تتوقف على فواقد الاحتكاك في الأنابيب والتكاليف الأساسية.

وهناك أنواع مختلفة من القطع والأجزاء الإضافية التي توضع على طول الأنبوبة الرئيسية مثل وصلات حرف T والأكواع والصمامات وغيرها ومن ثم ينبغي أخذ فواقد الضغط الموضعية الخاصة بكل منها بعين الاعتبار عند تصميم أى نظام.

كذلك فإن ظاهرة المطرقة المائية تحدث كلما تغير معدل التدفق بسبب وجود الصمامات وأيضا بسبب بدء أو إيقاف تشغيل المضخات أو الإطلاق الفجائي للهواء المحبوس لتكون شدة المطرقة المائية متناسبة مع معدل التغير في التصريف ومن الأفضل ألا تتجاوز السرعة التصميمية للمياه في الأنابيب الرئيسية (١,٥) م / ث ما لم تتخذ تدابير إضافية أو تستخدم معدات مساعدة .

٢.٣-٥ خطوات تصميم نظم الري بالرش

تشمل الخطوات التالية بيانها قواعد وأسس تصميم نظم الري بالرش التقليدية التي تحتوى على خطوط فرعية وخطوط ثانوية وخطوط رئيسية وتعطى هذه الخطوات أيضا المرونة اللازمة لعمل بعض التعديلات عند تصميم النظم المتحركة أو المحمولة.

١ - تحديد الاحتياجات المائية وعدد أيام الفترة بين الريات المتتالية

تحدد الاحتياجات الشهرية أو الموسمية لري كل محصول إما بناء على تجارب حقلية أو من واقع الأرصاد الجوية فى المنطقة والتي يمكن منها الحصول على الإستهلاك المائى الفعلى وبالقسمة على الكفاءة التصميمية للنظام يمكن الحصول على الاحتياجات المائية الكلية. وحيث أن الكفاءة التصميمية الفعلية تتوقف على ما إذا كان الري يتم نهارا أو ليلا لذلك فإن بعض التعديلات على هذه الكفاءة يمكن إدخالها بعد ممارسة عملية الري وتحديد عدد ساعات الري الفعلية يوميا .

٢ - تقسيم المساحة المطلوب ريها

تقسم المساحة المطلوب ريها إلى عدد من الحقول يزرع محصول معين فى كل منها بحيث تصل كمية كافية من المياه إلى كل حقل وتعظم الفائدة من الناتج المحصولي للمساحة ككل .

٣ - تحديد نوع النظام الذى يقترح استخدامه

يختار النظام المناسب لري كل حقل أو مجموعة من الحقول بناء على الأسس الفنية السابق إيضاها فإذا تساوت كفتا نظامين فى رى حقل واحد فإن المفاضلة تكون على الأسس الاقتصادية - ويمكن تحديد مستوى الأنظمة عند هذه المرحلة أو أخذ القرار النهائى فى مرحلة تالية عندما تكون التكاليف الكلية قد تم معرفتها بشكل تام .

٤ - المخطط العام للنظام

يوضع المخطط العام للنظام على خريطة المساحة المطلوب ريها بعد إتمام عملية إختيار هذا النظام ومن العوامل التى تؤثر على عملية التخطيط: موقع مصدر المياه بالنسبة للحقول المختلفة والرياح السائدة - طوبوغرافية الموقع - إتجاه صفوف المحاصيل.

وعموما فإن الأنابيب الفرعية توضع فى إتجاه موازى لإتجاه خطوط الكونتور بينما تتبع الأنابيب الثانوية الإنحدار الرئيسى المنتج إلى أسفل .

٥ - إختيار الرشاشات

بعد إختيار الرشاش المناسب لكل محصول يمكن تحديد ضغط التشغيل والتصرف المقابل والمسافة بين الرشاشات والمسافة بين الأنابيب الفرعية ومعدل التطبيق من كتالوجات الشركة المنتجة ... وفى حالة إستخدام أنبوبة رئيسية تسرى فيها المياه تحت ضغط فإن الضاغط المطلوب يتوقف على ضغط تشغيل الرشاش وطبوغرافية الموقع والمسافة من المصدر إلى أبعد حقل مطلوب ريه - فإذا كانت الأنبوبة الرئيسية طويلة وكان إنحدارها متجها إلى أعلى فإن الفاقد بالإحتكاك الذى يدخل فى حساب الضاغط يكون كبيرا إلا إذا تم تركيب مضخة دفع أو إستخدام أنبوبة ذات قطر أكبر .

ومن الضروري أن يكون معدل التطبيق أقل من معدل التسرب الأساسى على الدوام وإلا فإن التغدق أو السريان السطحي سيحدث - ويكون معدل التطبيق للأراضى الثقيلة منخفضا - أما فى الأراضى ذات

نوعية التربة الخفيفة والتي يكون معدل التسرب لها كبيرا فإنه يلزم أن يؤخذ في الاعتبار تطبيق معدلات صغيرة وكبيرة .

فبالنسبة للمعدلات الصغيرة تحتاج إلى وقت أطول للري وعدد أكبر من الخطوط الفرعية ليكون تصرف كل منها أصغر أما المعدلات الكبيرة فتحتاج إلى وقت أقصر للري ويمكن تكرار عدد الريات خلال اليوم الواحد ومن الممكن في هذه الحالة الإقتصار على عدد أقل من الخطوط الفرعية المنتقلة على الرغم من أن تصرف الأنبوبة الفرعية الواحدة يكون أكبر .

ومن المهم أن تتناسب المسافات بين الرشاشات مع ظروف الرياح السائدة وحيث أن الوقت الذي يتم فيه الري خلال هذه المرحلة لن يكون بالضرورة معروفا (ليلا أو نهارا) لذلك فإن تعديل هذه المسافات في أى مرحلة لاحقة سيكون واردا .

ومن المقترح إختيار قيم بديلة للضاغط والمسافات بين الرشاشات وبين الخطوط الفرعية حتى يمكن دراسة تأثير هذه البدائل على تكاليف النظام النهائية وهو عامل هام بالنسبة للعلاقة بين الإنتاج المحصولي وما يتم استخدامه من المياه وأيضا على توزيع الرشاشات أو معامل الانتظامية عند مختلف الضغوط والمسافات بين الرشاشات وبين الخطوط الفرعية حيث أن التحليل الإقتصادي يمكن أن يوضح الضاغط والتباعد بين الرشاشات الذي يوفر أقصى فائدة كذلك سيوضح التحليل كمية المياه الإضافية اللازمة لتجنب حدوث أى نوع من عدم انتظام توزيع مياه الري .

٦ - تحديد عدد ساعات الري وعدد مرات الري اليومية

يمكن حساب عدد ساعات الري خلال فترة أقصى إحتياجات وقسمة معدل التطبيق على الإحتياجات المائية الكلية ومن الرقم الناتج يمكن أيضا حساب عدد الريات المطلوب إعطاؤها يوميا لكل حقل .

٧ - تحديد أقصى عدد من الأنابيب الفرعية يمكن تشغيله في وقت واحد

سبق شرح هذا الموضوع بالتفصيل في الأجزاء السابقة .

٨ - جدولة الريات

يجب إعداد جدول يبين عدد الساعات خلال اليوم التي يتم الري خلالها ويجب ألا يزيد التصرف الأنابيب الفرعية التي سيتم تشغيلها في وقت واحد عن التصرف المتاح من مصدر الري كذلك يجب أن تكون الضغوط الهيدروليكية على الأنابيب متزنة خلال الريات بحيث تحقق إقتصادية التشغيل عليها ويفضل ري المحاصيل ذات القيمة المرتفعة (الخضروات مثلا) ليلا مع ري المحاصيل الكاملة النمو والأشجار نهارا .

وكثيرا ما تحدث صعوبات في جدولة الري خصوصا إذا كانت المساحة المزروع ربيها كبيرة وفي هذه الحالة يتم إختيار بدائل متعددة من معدلات التطبيق للرشاشات مع عمل التعديلات في جميع الخطوات التالية ومن المعروف أن معدلات التطبيق يمكن تغييرها عند إختيار فوهات جديدة أو تغيير الضاغط .

عند الإنتهاء من إعداد جدول الريات يلزم إعادة مراجعة الكفاءة التصميمية السابق حسابها وعمل التعديلات اللازمة تبعا لذلك .

كما يلزم مراجعة المسافة بين الرشاشات للتأكد من مناسبتها لسرعة الرياح خلال الفترة التى يتم الري خلالها.

وإذا كان من الضرورى الري مرتين يوميا يجب أن تكون الريات تحت ظروف متماثلة ما أمكن من حيث سرعة الرياح ويمكن توافر هذه الشروط فى الصباح المبكر ومتأخرا بعد الظهر فى كثير من الحالات.

وفى حالة استخدام النظم النقالى يجب إعطاء وقت كافى لتحريك الخطوط الفرعية من محطة إلى أخرى - وتحتاج بعض أنواع التربة وبعض المحاصيل فترة زمنية أطول قبل تحريك الخطوط وفى هذه الحالة يلزم تدبير مجموعة احتياطية من الأنابيب ووضعها فى أماكنها لتشغيلها عند الحاجة إليها ويلزم فى مثل هذه الحالات وجود عمالة كافية لنقل هذه الأنابيب حسب الطلب .

٩ - التصميم الهيدروليكي للحقول

بعد تحديد تتابع تشغيل الخطوط الفرعية على الخطوط الثانوية فى كل حقل أو قطعة يلزم إعداد أشكال توضيحية تبين عليها التصرفات وأطوال الأنابيب والمناسيب على طول كل خط ثم يتم تصميم كل من الأنابيب الفرعية والأنابيب الثانوية طبقا للقواعد السابق بيانها إلا أن القرار النهائى بالنسبة لأقطار هذه الأنابيب يجب أن يؤجل لحين الإنتهاء من تخطيط وتصميم الأنبوبة الرئيسية.

١٠ - تصميم الأنبوبة الرئيسية

يلزم إعداد رسم توضيحي خاص للأنبوبة الرئيسية بحيث يشمل كل جزء منها مجموعة من الأنابيب الثانوية التى تعمل معا فى نفس الوقت ويبين على كل جزء التصرفات والأطوال ومناسيب سطح الأرض وما تحتاجه من ضاغط عند مأخذ كل أنبوبة ثانوية وتستخدم هذه الأشكال فى تصميم الأنبوبة الرئيسية.

وإذا كانت المياه تصل إلى الحقول عن طريق مضخة فإن الوضع الأمثل يكون بتخفيض التكاليف السنوية من ثمن الأنابيب وإستهلاك الطاقة إلى أقل حد ممكن .

١١ - اختيار المعدات

بعد اختيار المعدات المناسبة تحسب التكاليف السنوية ويتوقف على هذه الأرقام بعد حسابها مستوى التحكم الأوتوماتيكي الذى يمكن إدخاله على النظام ثم تعد بعد ذلك خطط تركيب العناصر المختلفة للنظام.

١٢ - تعليمات التشغيل

يلزم إعداد خطط تفصيلية تحتوى على تعليمات تشغيل المعدات فى الحقل والتى يجب إتباعها بدقة وإلا فإن مستوى عملية الري كلها سيكون مشكوكا فيه.

١٣ - بعض الاعتبارات الإضافية

- إذا تم تصميم نظام الري بالرش بدقة وعناية فإنه يمكن استخدامه بكفاءة بدون الحاجة إلى تسوية الأرض وعمليا مع جميع أنواع التربة وجميع المحاصيل.
- من مميزات الري بالرش وجود مرونة عالية خلال مرحلة التصميم نظرا لوجود أنواع متباينة من المعدات والرشاشات - كما يمكن تعديل النظام بسهولة حسب ما هو متاح من أعداد العمال ومهاراتهم.
- من الممكن الوصول إلى كفاءة أعلى عند استخدام نظام الري بالرش عنها فى نظام الري السطحي ومع ذلك فإن الكثير من المؤشرات تدل على أن استخدام الخطوط مع ترشيد وإعادة

إستخدام فائض السريان السطحي يمكن أن تصل بالكفاءة في تشغيلها إلى كفاءة الري بالرش وربما تزيد عنها.

- عادة ما تكون إنتاجية وحدة المياه للمحاصيل المختلفة في حالة الري بالرش أقل منها في حالة الري بالتنقيط إلا أن ذلك لا يعنى الإمتناع عن إستخدام نظام الري بالرش حيث أن الفارق في التكاليف يمكن أن يبرر الإنخفاض في الإنتاجية.
- يمكن لنظام الري بالرش استخدام كميات صغيرة أو كبيرة من المياه بكفاءة عالية إذا أمكن ضبط فترة الري بدقة عالية .
- يكون معدل مياه الري لوحدة المساحة في نظام الري بالرش أعلى منه في نظام الري بالتنقيط بينما يكون هذا المعدل أقل من مثيله في نظام الري السطحي إلا أن إستخدام الطاقة في نظام الري بالرش يكون أعلى من الري السطحي بطبيعة الحال.
- يعتبر نظام الري بالرش مناسباً للري التكميلي كذلك يمكن إستخدامه بنجاح في المحاصيل الحديثة النمو للوقاية من الآثار الضارة للصقيع الليلي وفي الترتيب خلال الموجات الشديدة الحرارة .
- يوفر الري بالرش من الحاجة إلى الترع والقنوات والجسور الواقية والبتون والريش والكثير من أعمال نقل وتحريك الأتربة والحفر والردم.
- يوفر إستخدام الأنابيب المتحركة من تكاليف إنشاء شبكات الري بالرش كذلك فإن رفع هذه الأنابيب من الحقل يمنع إعاقة العمليات الزراعية المختلفة.
- يمكن إستخدام نظام الري بالرش في غسيل الأملاح التي تتراكم في قطاع التربة إذا توفر نظام الصرف السليم.
- بالنسبة للأراضي الخفيفة التي تغطي جزئياً بالمحاصيل يوفر الري بالرش في حالة زيادة سرعة الرياح حماية للنباتات ضد الإنجراف الناتج عن هذه الرياح كذلك فإن مشاكل تثبيت الشجيرات الحديثة في المناطق التي تزيد فيها سرعة الرياح تكون أقل ما يمكن في نظام الري بالرش.

٦-٢-٣-٢.٣ المرشحات

يعد الانسداد من أهم المشكلات في أنظمة الري بالرش وحيثما كانت الأنظمة معرضة للانسداد ارتفعت تكاليف التشغيل بشكل كبير بسبب العمالة اللازمة لفحص الرشاشات بشكل مستمر ولإتخاذ إجراءات مقاومة هذا الانسداد - وحتى لو كان الانسداد جزئياً فقط فإنه يقلل من كفاءة النظام ومن تجانس توزيع المياه . وعندما تكون هناك عوائق كبيرة تحول دون تجانس توزيع المياه فإنه يلزم إستخدام مزيد من المياه لكي يصبح مستوى الري مناسباً وتقلل هذه المشكلات من إحساس المزارعين بالثقة عند التفكير في إستخدام نظام الري بالرش .

أسباب الانسداد

تتضمن المواد التي توجد داخل الرشاشات المسدودة جزيئات من التربة مثل الرمل والطين وكربونات الكالسيوم ورقائق معدنية وطحالب وأسمدة مترسبة وقطع من الحديد وعناصر كبريتية وشظايا بلاستيكية.

وقد يصل الرمل والطين إلى الرشاش من خلال مصدر ملوث لمياه الري التي تسحب من قنوات مفتوحة كما قد يصل الرمل من البئر التي تضخ منها المياه. وأيضاً قد تتسرب الرمال والطين إلى داخل الخطوط الفرعية بسبب الإهمال في تجميع مكونات شبكة الري أو في أداء أعمال الإصلاح عند حدوث أعطال في الخط.

وعندما تستخدم مياه تحتوي على نسبة عالية من الجير فإنه يمكن أن تتكون طبقات من كربونات الكالسيوم على سطح الرشاشات نتيجة للبخر أو الترسيب ويمكن للرقائق المعدنية أن تتسرب داخل خطوط الري من الأنابيب الحديدية التي علاها الصدأ والتي قد تستخدم في شبكة توزيع المياه. أما الطحالب فإنها يمكن أن تدخل مع المياه التي تم الحصول عليها من برك أو قنوات مفتوحة. وهي تنتشر في المياه الراكدة عندما يتوافر الضوء والغذاء الملانمان كما قد تتكاثر داخل الأنابيب إذا تسرب إليها الضوء من خلال جدرانها. (قد يحدث ذلك في الأنابيب المصنوعة من البولي فينيل كلوريد إذا تركت مكشوفة فوق سطح الأرض).

وقد يكون السبب في ترسيب الأسمدة أو بقائها عالقة بالمياه هو المواد التي يتم حقنها داخل النظام أسفل المصفاة أو قد يكون سببها بعض الأسمدة التي تتسرب في وجود مواد كيميائية أخرى في مياه الري.

وقد تتولد العناصر الحديدية بفعل البكتريا الحديدية التي تلوث المياه حتى إذا كان محتوى الحديد في الماء أقل من جزء واحد في المليون (ويبدو أن بعض الآبار ملوثة بتلك البكتريا الحديدية). وبالنسبة للعناصر الكبريتية فإنها تأتي إلى حد كبير بنفس طريقة العناصر الحديدية وذلك في المياه المحتوية على كبريتيدات وبخاصة الهيدروجين وعادة لا توجد هذه المواد في المياه السطحية وإن كانت موجودة في بعض أنواع المياه الجوفية.

وعثر في بعض الموزعات المسدودة على مخلفات بلاستيكية ناتجة عن الإهمال في أعمال تنقيب وتقطيع وتجميع مكونات النظام .

ويمكن التغلب على العديد من مشكلات الإنسداد المشار إليها سابقاً عن طريق الترشيح الجيد للمياه وهناك مجموعة واسعة من التقنيات المستخدمة لهذا الغرض إلا أن بعض هذه المشكلات يصعب حله ويستلزم دراسة لكل حالة على الطبيعة على حده.

الوقاية من الإنسداد

يوصى بشدة بتحليل المياه قبل تصميم النظام بحيث يتسنى للمصمم أن ينص على إجراءات مناسبة للوقاية من الإنسداد ومن الأوفر عادة تركيب معدات مناسبة لتحقيق هذا الغرض في بداية المشروع بدلاً من محاولة تدارك الأضرار بعد وقوعها ويجب إجراء اختبارات لتحديد محتوى المياه من الأجسام الصلبة ومعرفة نسبة المحتوى العضوي ونسبة المحتوى غير العضوي. كما ينبغي تحديد التدرج الحبيبي للجزيئات ويتضمن الجدول رقم (١٤-٣) المواصفات القياسية للتدرج الحبيبي لجزيئات التربة حسب النظام الدولي ونظام وزارة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية (وهما النظامان الأكثر استخداماً في الأغراض الزراعية).

ويتضمن التحاليل القياسية لمياه الري ما يلي :

- ١ - الأجسام الصلبة
 - ٢ - أهم المواد الكيميائية غير العضوية وغيرها
- (Ca , Mg , Na , K , Co₃ , So₄ , Cl , NO₃ , TDS , pH , EC)

٣ - التصلد

٤ - الحديد

٥ - كبريتيد الهيدروجين

٦ - البكتريا الحديدية

٧ - الكائنات المختزلة للكبريت

ويوصى عند استخدام مياه جوفية إيلاء عناية خاصة بالإختبارات الأربعة الأخيرة وحين تزيد درجة التوصيل الكهربائي عن ١٠٠ ملليموز / سم يوصى بالإهتمام بالإختبارين الثاني والثالث ولما كانت تكاليف التحاليل ضئيلة بالمقارنة بالإستثمارات الكلية فإنه يقترح فى معظم الظروف إجراء جميع التحاليل.

جدول رقم (٣-١٤) مواصفات التدرج الحبيبي للتربة

التدرج الحبيبي للجزئيات		النظام
ميكرون	مم	
٢٠٠ - ٢٠٠٠ ٢٠ - ٢٠٠ ٢ - ٢٠ أقل من ٢	٠,٢ - ٢,٠ ٠,٠٢ - ٠,٢ ٠,٠٠٢ - ٠,٠٢ أقل من ٠,٠٠٢	النظام الدولى (ويعرف أيضا باسم نظام أتربورج (Atterburg
		رمل خشن
		رمل ناعم
		طمي
		طين
١٠٠٠ - ٢٠٠٠ ٥٠٠ - ١٠٠٠ ٢٥٠ - ٥٠٠ ١٠٠ - ٢٥٠ ٥٠ - ١٠٠ ٢ - ٥٠ أقل من ٢	١,٠ - ٢,٠ ٠,٥ - ١,٠ ٠,٢٥ - ٠,٥ ٠,١٠ - ٠,٢٥ ٠,٠٥ - ٠,١٠ ٠,٠٠٢ - ٠,٠٥ أقل من ٠,٠٠٢	نظام وزارة الزراعة فى الولايات المتحدة الأمريكية USDA
		رمل بالغ الخشونة
		رمل خشن
		رمل متوسط
		رمل ناعم
		طمي
		طين

١ - الفصل بين السوائل والأجسام الصلبة

رغم أن الحاجة إلى إجراء ترشيح أولى لإزالة العناصر الغريبة من المياه أمر لا خلاف عليه إلا أنه لا يمكن على وجه الدقة تحديد أكبر حجم للجزئيات يمكن قبوله بالنسبة إلى مقاس فتحة الشبكات. وتتوقف درجة الترشيح اللازمة على جودة المياه ونوع الرشاش المختار. وفيما يلى بعض الطرق المستخدمة فى فصل السوائل عن الجزئيات الصلبة:

أ. أحواض الترسيب

يعتمد أقدم وأرخص أشكال الترشيح على الترسيب وقد أظهرت التجارب أن الحبيبات الأكبر من ٤٠ ميكرون تترسب فى أقل من ساعة - وأكثر أحواض الترسيب المستخدمة فى الزراعة شيوعا هى الخزانات ويلزم عند استخدام خزان كحوض للترسيب وجود مخارج على مقربة من سطح الماء.

إلا أنه فى معظم الحالات لا تعطى أحواض الترسيب وحدها الجودة المطلوبة للمياه وبالتالي فهى تستخدم فقط كمصافى ابتدائية إلى جانب استخدام أجهزة ترشيح أخرى وعندما تكون المياه ذات جودة معقولة يمكن استخدام الترسيب وبعض أنواع المعالجة الكيميائية للكائنات الدقيقة والطحالب.

ب. المرشحات الشبكية

هناك طريقة شائعة لفصل المواد الصلبة العالقة فى المياه تستخدم فيها حواجز شبكية مصنوعة من الأسلاك المعدنية أو غيرها من المواد ويسمى الحيز الموجود بين الأسلاك عين الشبكة أو المنفذ ويوصف برقم المنخل المقابل للمرور خلاله ويتضمن الجدول رقم (١٥-٣) بعض أرقام المناخل الحاجزة ومقاسات المنافذ القياسية المناظرة.

ويستطيع هذا النوع من المرشحات أن يحجز فقط الحبيبات الصلبة الكبيرة الحجم الموجودة فى الماء فالمنخل رقم ٢٠٠ وبه أصغر مقاس للثقوب شائع الاستخدام فى الري يحجز الحبيبات التى لا يقل مقاسها عن ٠,٠٧٤ مم (٧٤ ميكرون) وهى ليست أصغر من حبيبات الرمل البالغ النعومة وتصنع شبكات المرشحات بأشكال مختلفة ومن مواد عديدة - وتتراوح أرقام المناخل المقابلة لمعظم هذه المرشحات بين ٨٠ ، ٢٠٠ ويشيع استخدام شبكتين مختلفتين من حيث رقم المنخل على أساس أن تحتجز الأولى الحبيبات الخشنة و الثانية الحبيبات الناعمة ولهذا الترتيب ميزة عدم إتلاف الشبكة الرقيقة ذات رقم المنخل الأصغر بواسطة الحبيبات الأخرى التى تندفع بسرعة عالية فى بعض الأحيان وتصنع معظم عناصر المرشحات من مواد غير قابلة للتآكل مثل الصلب المقاوم للصدأ أو البلاستيك.

جدول رقم (١٥-٣) أرقام الشبكات ومقاسات الثقوب المناظرة

رقم المنخل	مقاس الثقب (المنفذ)		رقم المنخل	مقاس الثقب (المنفذ)	
	مم	بوصه		مم	بوصه
٤	٤,٧٦	٠,١٨٧٤	٨٠	٠,١٧٢	٠,٠٠٦٨
١٠	٢,٠٠	٠,٠٧٨٧	١٤٠	٠,١٠٥	٠,٠٠٤١
٢٠	٠,٨٤	٠,٠٣٣١	٢٠٠	٠,٠٧٤	٠,٠٠٢٩
٤٠	٠,٤٢	٠,٠١٦٥			

لا تصلح جميع أنواع المرشحات الشبكية لإحتجاز الحبيبات الناعمة للمواد العضوية والكائنات الدقيقة البالغة النعومة أو شبه الغروية وأظهرت الإختبارات أن ترشيح المياه لا يمنع الإنسداد المتسبب عن المواد الدقيقة وحتى باستخدام عدة حواجز شبكية فإن العديد من الجزيئات الصغيرة

يمكن من الترسيب خلالها بل إن الجزيئات الطويلة تستطيع اختراق هذه الحواجز إذا كانت أقطارها أصغر من أقطار ثغوب الحواجز.

وتستخدم معظم النظم شبكات لإيقاف المخلفات الكبيرة نسبياً التي يمكنها أن تسد المرشحات الرملية وفصل الجزيئات التي قد تتسبب في حدوث إنجراف متكرر في أنظمة الترشيح وقد تتركب الحواجز الشبكية على الخطوط الفرعية لحمايتها من جزيئات الأسمدة غير الذائبة التي يمكن أن تمر عبر خطوط النظام .. كما توصل أحياناً على التوالي مع أجهزة ترشيح أخرى كإحتياط تأميني أولى وبالنسبة للنظم التي تستخدم مياهها نظيفة نسبياً مثل مياه الآبار فإنها تعتمد على الحواجز الشبكية كأداة رئيسية في الترشيح إلا أن المياه قد تحتاج إلى نوع من المعالجة الكيميائية ضد الكائنات الدقيقة والطحالب.

من الواجب تنظيف المرشحات الشبكية بصفة دورية.

وقد أنتجت عدة أنواع من المرشحات الأتوماتيكية والذاتية التنظيف مما قد يوفر حلاً لمشكلات الصيانة .. وفي نوع منها على سبيل المثال نجد أنه عندما ينخفض الضغط إلى ما دون حد معين داخل المرشح فإن فرشاه تعمل بطريقة كهربائية أو هيدروليكية تتولى تنظيف الشبكات ويتم نزح المياه من خلال صنبور صرف وينبغي للمصممين والمستخدمين الذين لا يحبذون استخدام مرشحات أتوماتيكية لأسباب عديدة أن يتأكدوا من أن المرشحات المستخدمة يسهل فكها لتنظيفها أو من أنها مزودة بجزء كمالى ، كفرشاه مثلاً يسمح بتنظيفها من الخارج.

ومن المرشحات الجديرة بالاهتمام المرشح الذاتى التنظيف الذى يعمل على خط السحب ويركب على حوض من المضخة وقد استخدم هذا المرشح بنجاح كمرشح ابتدائى عند الضخ من الخزانات والترع التي تحتوى مياهها على كمية كبيرة من الأعشاب المائية والطحالب .. ومن مزايا هذا المرشح أنه يؤدي إلى تخفيض كبير فى العمالة اللازمة لصيانة المرشحات الموصلة على التوالي ... وليس هناك فعلاً هبوط فى الضغط عبر مرشحات خط السحب وبالتالي فإن كفاءتها عالية للغاية .. فكمية المواد التي تجتازها تكون أقل منها فى المرشحات الموصلة على التوالي والتي بها فوارق كبيرة عبر الشبكات.

ج - المرشحات الرملية ومرشحات الرمل والحصى

تستخدم المرشحات الرملية ومرشحات الرمل والحصى لإحتجاز الجزيئات الدقيقة التي تتسرب من المرشحات الشبكية وتتكون هذه المرشحات من عدة طبقات من حبيبات الرمل والحصى المختلفة الأحجام والتي تتخللها المياه .. وفى أثناء هذه العملية تلتصق الجزيئات المراد إحتجازها بحبيبات الرمل وتتجمع فى شكل جزيئات أكبر حجماً وترشح وتحتجز مثلماً يحدث فى أحواض الترويق وتتفوق هذه المرشحات من حيث الأداء على جميع أساليب الترشيح البسيطة ولهذا فهي تعتبر عنصراً أساسياً من عناصر نظم الترشيح المستخدمة فى مناطق كثيرة بصرف النظر عن نوعية مصدر المياه أو حجم المنافذ.

ولكن توجد حدود لإستخدام المرشحات الرملية فهي تفيد فى إحتجاز الجزيئات التي يتجاوز حجمها ٢٠ ميكرون ويتطلب الأداء الذى يتجاوز هذه النقطة إستخدام معدات أكثر تكلفة.

وتتوقف كفاءة المرشحات الرملية على الوسط المستخدم كما تتوقف إلى حد ما على عمق قاع المرشح ومعدل تدفق المياه وضغطه عند المدخل بالنسبة لوحدة مساحة سطح قاع المرشح.

وعند تصميم المرشح الرملى يلزم تحديد حجم ذرات الرمل المستخدمة ويتضمن الجدول رقم (١٦-٣) بعض البيانات عن أحجام ذرات من مواد مختلفة ويقع الاختيار فى أغلب الأحيان على مادة السيليكس بالرغم من إمكانية استخدام مواد أخرى .

جدول رقم (١٦-٣) أحجام ذرات مواد الترشيح

الرقم المخصص	المادة	متوسط حجم الحبيبات بالميكرونات
٨	جرانيت مسحوق	١٨٤٠
١١	جرانيت مسحوق	٩٥٢
١٦	سيليكس	٨٠٦
٢٠	سيليكس	٥٢٤
٣٠	سيليكس	٣٣٥

ويتراوح عمق الترشيح بين ٥ بوصات وعدة أقدام وإن كان يفضل ألا يتجاوز ١,٥ - ٣ أقدام وإلا فإن القاع لن يرتفع كما يجب عند إرتداد المياه فى المرشح مما قد يؤدي إلى تكون قنوات من الركام الخشن وهذه تقلل بالطبع من فعالية المرشح.

وكلما ينخفض معدل التدفق بالنسبة لوحدة مساحة المرشح زادت فعالية الترشيح وكقاعدة عامة فمن المقترح ألا يتجاوز المعدل ١٨٠٠ لتر / الدقيقة / المتر المربع عند تصميم نظام ترشيح يعمل بالوسط الرملى (أو بأى وسط آخر).

وتتم عملية التنظيف من خلال الغسيل بالمياه المرتدة فهى تتدفق من أسفل إلى أعلى ثم إلى الخارج وقد تتراوح عملية التنظيف بين بضع ساعات وعدة أيام تبعا لمادة الوسط المستخدمة فى الترشيح.

وفى العادة توضع بعد المرشحات التى تستخدم الحصى والرمل مصفاة شبكية صغيرة كعناصر أمان وتستخدم لإزالة رمال المرشح أو أية أجسام صلبة عالقة يجلبها الغسيل بالمياه المرتدة أو قد تمر من المرشح.

د - المرشحات الرغوية

تصنع المرشحات الرغوية من أنابيب من البوليفينيل كلوريد ويكون البوليبيوريثين الرغوى هو مادة الوسط.

والمرشحات الرغوية قليلة التكلفة وملائمة تماما لعمليات الترشيح النهائية سواء فى الخطوط الرئيسية أو فى الفروع المؤدية إلى المساحات التى تخدمها الخطوط الفرعية وبالرغم من ذلك لا تتوافر لديها الطاقة اللازمة لمرشح رئيسى إلا إذا كانت إمدادات المياه نظيفة تماما .

هـ - المرشحات الدوامية

لا يستطيع أى من المرشحات التى ورد ذكرها حتى الآن ترشيح مياه تحتوى على قدر كبير من الرمل بطريقة مرضية ... ولكن المرشح الدوامى يستطيع ذلك فهو خزان أجوف مقلوب مخروطى الشكل له مدخل جانبي ومخرج فى أعلاه ... وتحدث بداخله حركتان حلزونيتان - دوامة رئيسية تحمل الجزيئات الصلبة إلى مخرج الصرف ودوامة ثانوية ترفع المياه النظيفة إلى المخرج وتستطيع المرشحات الصغيرة نسبيا ترشيح كميات كبيرة من الرمل.

٢ - الترسيب الكيميائي

لا يعنى توفر وسائل الترشيح ذات الكفاءة حل جميع مشاكل انسداد المخارج والأنابيب لأن الانسداد قد ينشأ أيضا بفعل رواسب الجزيئات المذابة أو المتناثرة بدرجة كبيرة وعلى سبيل المثال بعض المياه الجوفية تحتوى على نسبة من الحديد فى صورته الثابتة حديدوز أى حديد ثنائى التكافؤ وإذا تعرض للأكسجين فإنه يتأكسد ويتحول إلى حديدك أى حديد ثلاثى التكافؤ وهى مادة غير قابلة للذوبان وتتكون من رواسب بنية اللون ضاربة إلى الحمرة والمثال الآخر على ذلك هو ترسيب كربونات الكالسيوم .. ففى بعض الأحيان تحتوى المياه الجوفية المسحوبة من طبقات من الحجر الجيري أو من طبقات كلسية أخرى على كميات كبيرة من أيونات الكالسيوم وأيونات كربونات الهيدروجين وهذه تؤدي فى ظروف معينة إلى ترسيب كربونات الكالسيوم ... كما أن ارتفاع درجة حرارة السائل ودرجة تركيز أيونات الهيدروجين يساعد على سرعة الترسيب وإذا أضيفت النشادر السائلة إلى مياه الري فإن ذلك يرفع درجة تركيز أيونات الهيدروجين ويزيد من خطورة الترسيب ويقال أيضا أن مركبات الفوسفور تترسب بعد استخدام الأسمدة الفوسفاتية فالفوسفات القابل للذوبان ربما يتحد مع الكالسيوم أو المغنسيوم فى الماء وترسب فى صورة أملاح غير قابلة للذوبان وهناك أحوال معينة قد تعجل بترسيب الأملاح فى شبكات الري من بينها ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاض درجة تركيز أيونات الهيدروجين .

وقد تصل درجة الحرارة فى الأنابيب السوداء الممتدة على الأرض إلى ٧٠ درجة مئوية ولا سيما فى حالة عدم تدفق المياه فى شبكة الري وقد يؤدي ذلك إلى زيادة التبخر من الأنابيب وبالتالي إلى تركيز المحلول بداخلها وقد يدخل الهواء إلى الأنابيب عند صرف المياه بين الريات مما يؤدي إلى تغيير فى ضغط الغازات المختلفة وخاصة ثانى أكسيد الكربون.

وهناك عدة طرق للمعالجة يمكن إتباعها لمنع الترسيب داخل الشبكة أو لتنظيفها عند انسدادها وفيما يلي وصف موجز لبعض هذه الطرق.

يمكن منع ترسيب الحديد فى الشبكة الرئيسية بترشيحه ببطء لإحتجازه قبل أن يدخل فى شبكة الري وذلك مع تركيب خزان تغذية بالمواد الكيميائية لتصريف كمية محسوبة من محلول الكلورين الذى يعمل على أكسدة الحديد (والمركبات الأخرى التى قد تكون موجودة معه) بصورة فعالة بحيث لا يتخلف من الكلورين إلا قدر لا يتجاوز جزء واحد فى المليون مثلا إلا أن هذه عملية خطيرة ومكلفة وقد تنشأ عنها مشكلة جديدة وهى انسداد المرشحات وعندما تكون المياه عسرة يمكن استخدام كميات أكبر من كلوريد الكالسيوم فهو يميل إلى إحداث ترسيب للكالسيوم والصوديوم وهناك منهج أفضل من الناحية العملية هى تهوية الماء بنشره فى الهواء والسماح له بالسقوط فى الحوض ففى أثناء هذه العملية يترسب أكسيد الحديد. وفيما يتعلق بترسبات الكربونات فقد يكون استخدام أحد الحوامض طريقة ممكنة للمعالجة وقد أجريت تجارب ناجحة باستخدام محاليل (٠,٥ إلى ١ فى المائه) تحتوى على ٣٦٪ من حامض الهيدروكلوريك أو حامض الفسفوريك لحقن شبكات الري بها بصفة دورية ثم تنظيفها بعد ذلك كما أن استخدام حامض الفسفوريك يحل مشكلة الأوحال والطحالب مع ضرورة تنظيف الشبكة بدفق المياه فيها وقد يتعذر التطبيق

الميدانى العام لهذه الأساليب أو قد يكون ذلك غير مرغوب ولكنه قد يكون الحل الوحيد فى بعض الحالات.

٣. مقاومة الكائنات المجهرية (الميكروبيولوجية)

تواجه بعض المنشآت مشكلات تتعلق بإنسداد الموزعات والمرشحات والأنابيب بالمواد المخاطية البيولوجية والأوحال المترسبة والطحالب .

وأعنف شكل من أشكال الإنسداد تسببه مادة هلامية بيضاء من عناصر الكبريت ترتبط بإحدى أنواع بكتريا الكبريت كما قد تصادف أوحال حديد خيطية ماصة للماء مترسبة فى أنظمة عديدة وهى تنشأ عن تأكسد وترسب الحديدوز القابل للذوبان فى الماء وهذه الأوحال المترسبة ترتبط ببكتريا الحديد وقد يحدث الإنسداد بوجود (٠,٤) جزء فى المليون من الحديد فى الماء.

وعادة ما تنمو الطحالب وأنواع الفطريات الأخرى فى المياه فى الآبار الضحلة ومصادر المياه السطحية وقد يقلل الترشيح الرملى من نمو الطحالب فى النظام بشرط تطهير نظام الترشيح وتنظيفه بصفة دورية ولا يعتبر الإنسداد البيولوجى مشكلة إذا كان الماء لا يحتوى على ترسبات عضوية أو إذا كان خاليا من كبريتيد الهيدروجين.

ويمكن مكافحة الطحالب والمواد المخاطية بالمعالجة بالكلور .. فهذه المعالجة تعد من الطرق الفعالة والمفيدة فى التغلب على هذه المشاكل ولكنها عملية مكلفة وخطيرة ويمكن مقاومة الطحالب والمواد المترسبة بحقن الماء بجزء فى المليون من الكلور المركز بصفة مستمرة أو بحقن (١٠ - ٢٠) جزء فى المليون لفترات قصيرة.

ويتضمن الجدول رقم (١٧-٣) بعض الإقتراحات لجراجات نموذجية من الكلوريد

جدول رقم (١٧-٣) جراجات نموذجية من الكلوريد

نوع التلوث	الجرعة
طحالب	من (٠,٥) إلى جزء واحد فى المليون بصفة مستمرة أو (١٠ - ٢٠) جزء فى المليون لمد نصف ساعة
كبريتيد الهيدروجين	ما يوازى محتوى الماء من كبريتيد الهيدروجين من (٣,٦) إلى (٨,٤) مرات
بكتريا الحديد (مواد مخاطية)	من ٠,٥ الى جزء واحد فى المليون

٣.٣.٢.٣ الري بالتنقيط

١.٣.٣.٢.٣ تعريف

هو أسلوب متطور للري يستخدم لزراعة أشجار الفواكه والمواالح ومحاصيل الصفوف، حيث يتم تزويد منطقة الجذور بالمياه بصورة متكررة. شبه مستمرة وبمعدلات صغيرة تعتمد على الاحتياجات الفعلية للأشجار ونوع التربة، مع عدم رى المساحات بين الأشجار. ولذلك تكون الفواقد في مياه الري نتيجة التسرب أو البخر أقل ما يمكن.

ويتيح هذا النظام إمكانية إضافة الأسمدة لمياه الري.

٢.٣.٣.٢.٣ مميزات الري بالتنقيط

- أ - الإقتصاد في مياه الري.
- ب - الإقتصاد في الطاقة اللازمة لتوصيل المياه للأشجار والمحاصيل.
- ج - إمكانية تزويد الأشجار والمحاصيل بالأسمدة مع مياه الري.

٣.٣.٣.٢.٣ المشاكل التي يمكن أن تنتج عن نظام الري بالتنقيط

- أ - انسداد المنقطات نتيجة وجود المواد المعدنية والعضوية بمياه الري.
- ب - تكون طبقة ملحية على سطح التربة.

٤.٣.٣.٢.٣ مكونات شبكة الري بالتنقيط

تتكون شبكة الري بالتنقيط من العناصر الرئيسية الآتية :

- ١ - خط مواسير رئيسي Main Line
- ٢ - خطوط مواسير فرعية Submain Lines تتصل بالخط الرئيسي.
- ٣ - خطوط المنقطات Laterals والتي تتصل بالخطوط الفرعية.
- ٤ - المنقطات Emitters or trickles والتي يتم تركيبها على خطوط المنقطات.
- ٥ - مضخة بمشتملاتها لضخ المياه من مصدر المياه إلى خط الري ومنه لبقية الخطوط وحتى تصل لكافة المنقطات بالضغوط التصميمية للمنقطات.
- ٦ - خزان تزويد وخط الأسمدة بمياه الري، مع المحابس اللازمة وفلتر لحجز المواد العالقة لمنع انسداد المنقطات.
- ٧ - أجهزة قياس التصريف، ومحابس التحكم عند المواقع المختلفة من الشبكة، علاوة على محابس تخفيف الضغط عند المواقع التي تتطلب ذلك.
- ٨ - غرفة التحكم الآلي في حالة الشبكات التي يتم تصميمها ليتم التشغيل بنظام التحكم الآلي. والشكل رقم (٣٩.٣) يبين المكونات المذكورة أعلاه.

٥.٣.٣.٢.٣ تخطيط شبكة الري بالتنقيط

عند تخطيط شبكة الري بالتنقيط لمنطقة ما، تتدخل العديد من العوامل في تحديد التخطيط الأمثل. تأتي على رأس هذه العوامل :

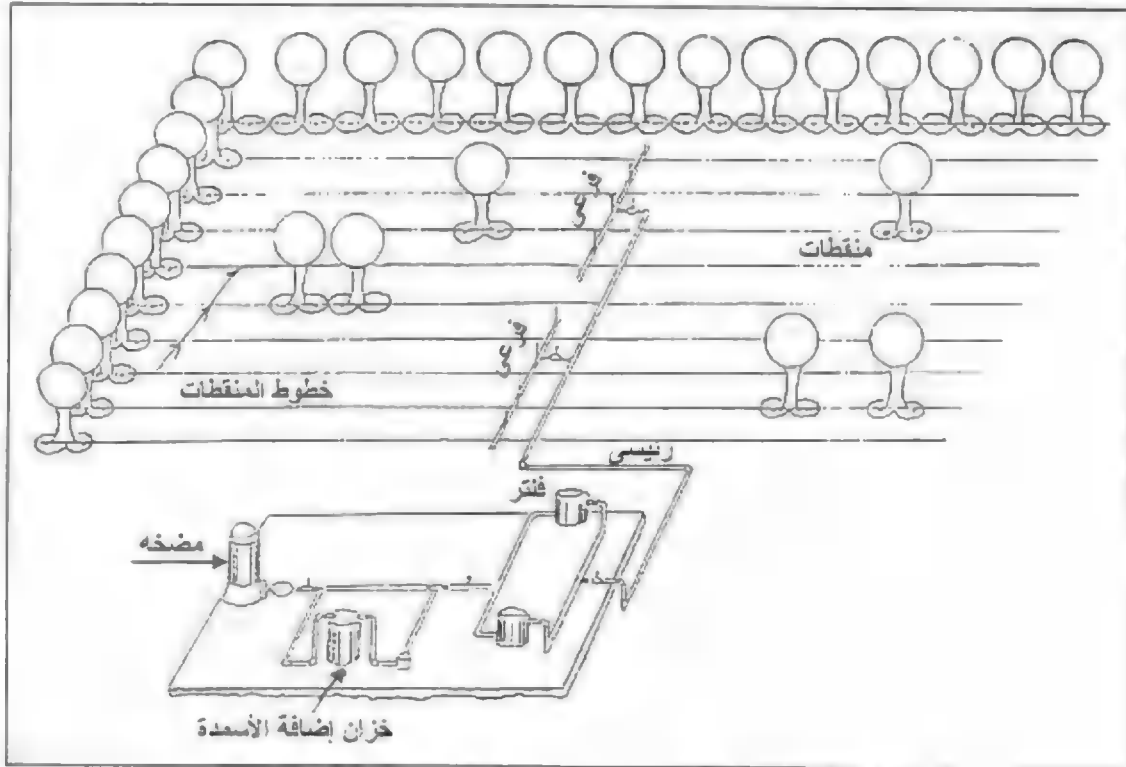
- أ - أبعاد المزرعة أو الحقل وشكلها الهندسي.
- ب - طوبوغرافية الموقع.
- ج - موقع مصدر المياه.
- د - وجود أي عوائق لتمديد خطوط المواسير.

والقاعدة العامة للتخطيط تتلخص فى :

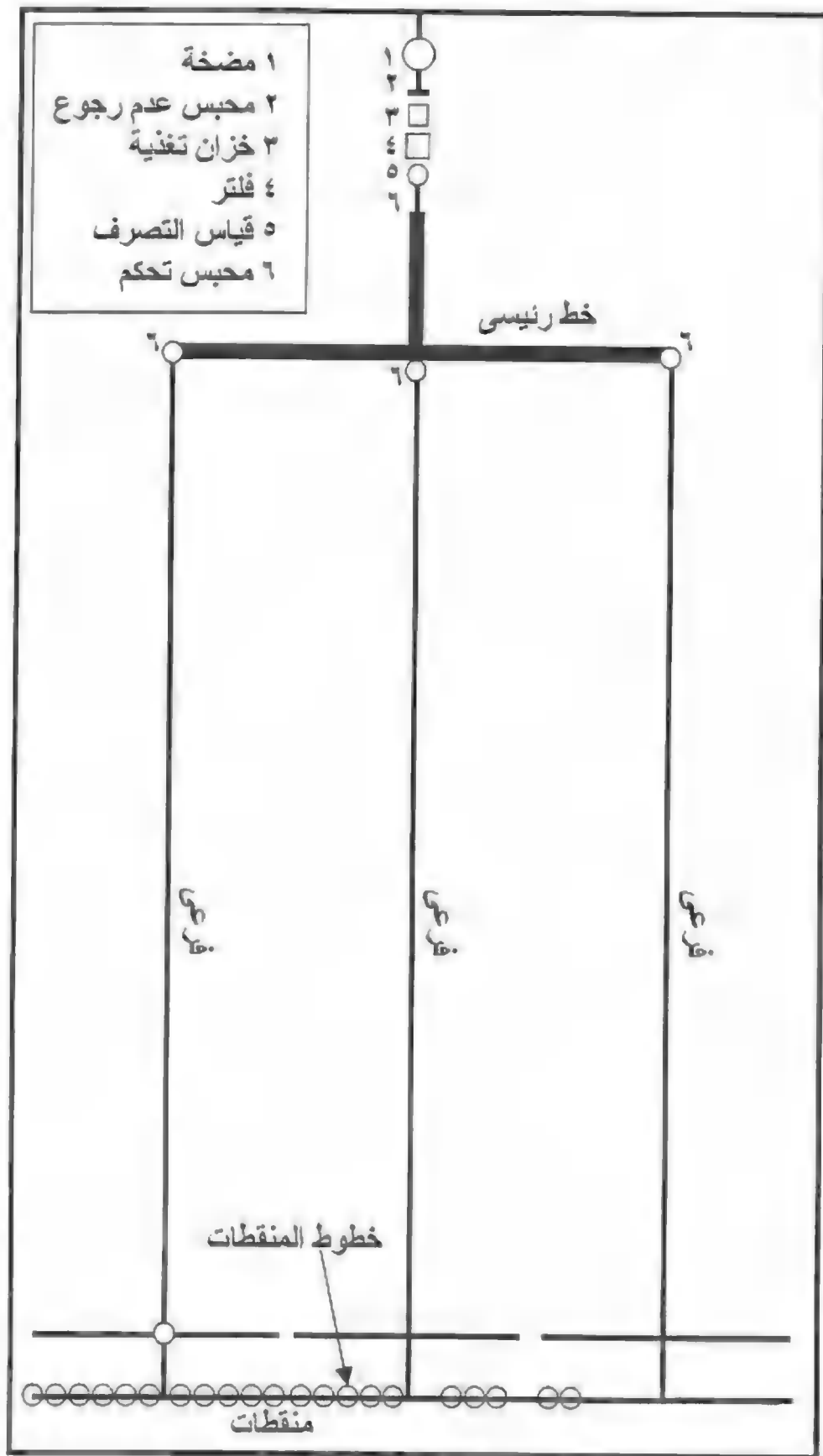
- أ - فى الأراضي المنحدرة:
يراعى تخطيط خطوط المنقطات بحيث تكون موازية لخطوط الكنتور كلما أمكن ذلك ، مع مراعاة أن يكون الخط الفرعى أقصر ما يمكن وفى اتجاه إنحدار الأرض.
- ب - فى الأراضي المنبسطة:
يفضل تصميم التخطيط بحيث يتم توزيع المياه بصورة متماثلة من الخط الفرعى إلى خطوط المنقطات. وفى جميع الأحوال يجب إختيار أكثر من بديل لتخطيط الشبكة ، مع التنفيذ الذى يحقق أقل تكلفة إقتصادية للمعدات وتكلفة التشغيل والصيانة.
وتبين الأشكال من رقم (٤٠-٣) إلى رقم (٤٥-٣) نماذج لتخطيط شبكات الري بالتنقيط لمساحات مختلفة.

٦.٣.٣.٢.٣ البيانات الأساسية المطلوبة لتصميم شبكة ري بالتنقيط

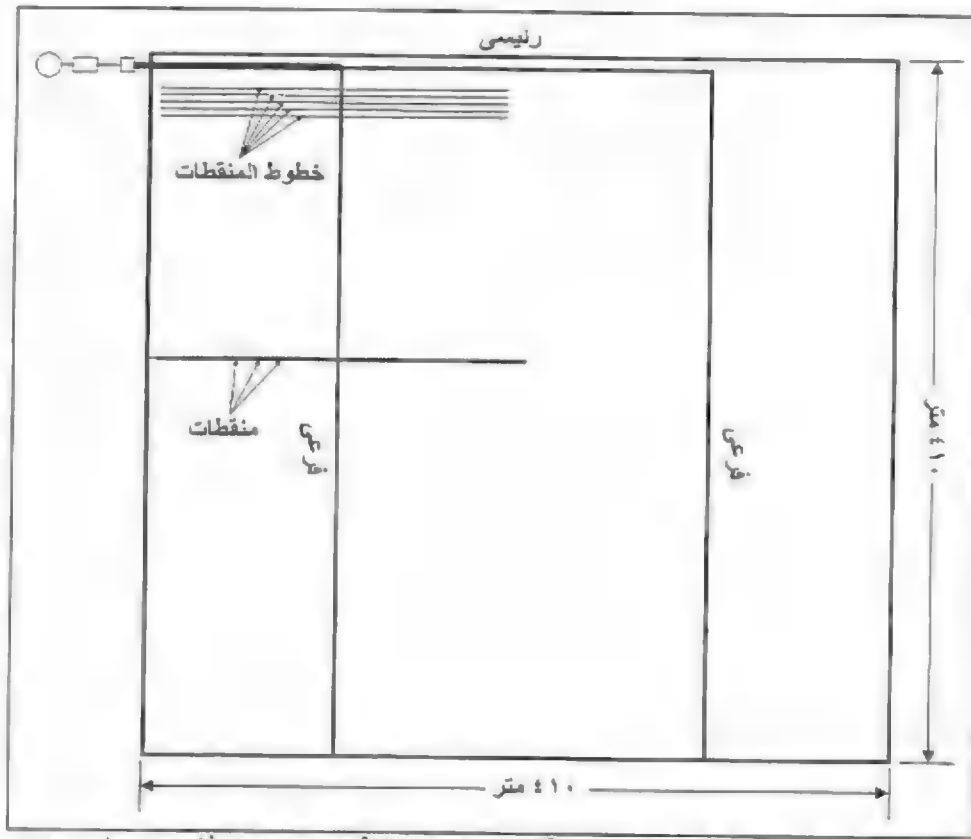
- أ - خريطة طبوغرافية للأرض.
- ب - نوع وخواص التربة ومعدل تسرب المياه خلالها.
- ج - مصدر المياه ونوعيتها وكمياتها.
- د - التركيب المحصولى.
- هـ - الاحتياجات المائية للمحاصيل.
- و - الظروف الجوية بالموقع.



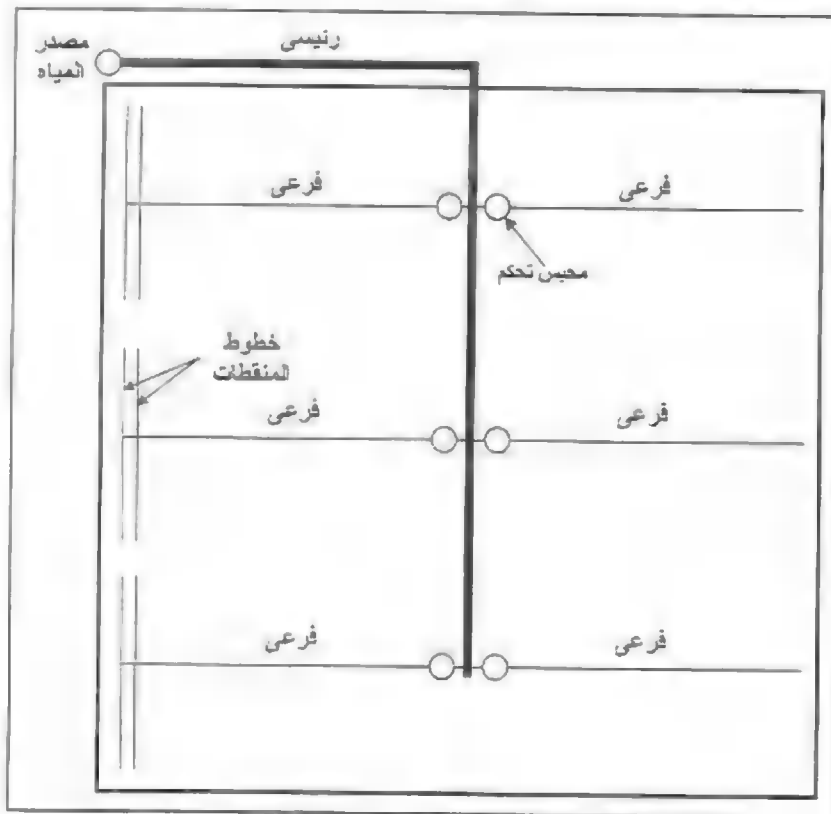
شكل رقم (٣٩-٣) المكونات الرئيسية لشبكة الري بالتنقيط



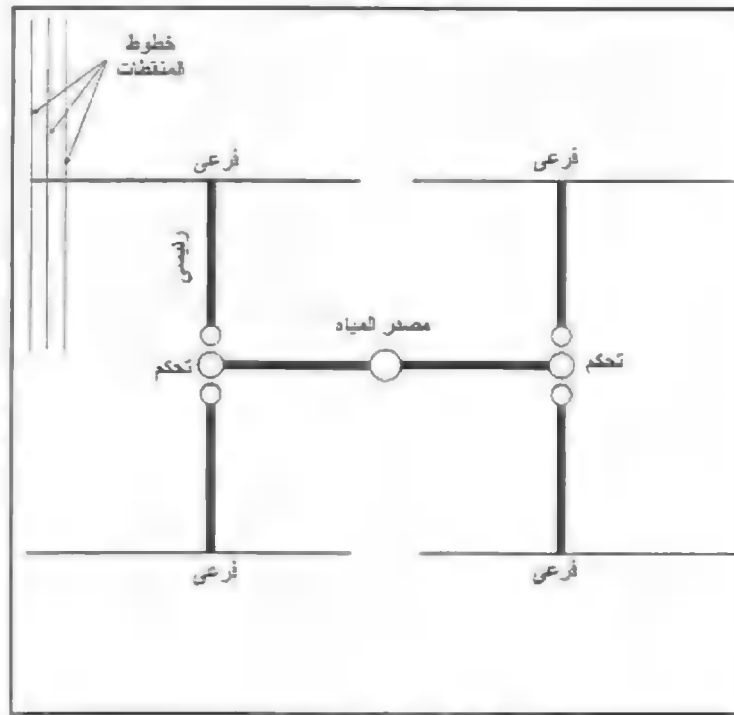
شكل رقم (٤٠-٣)



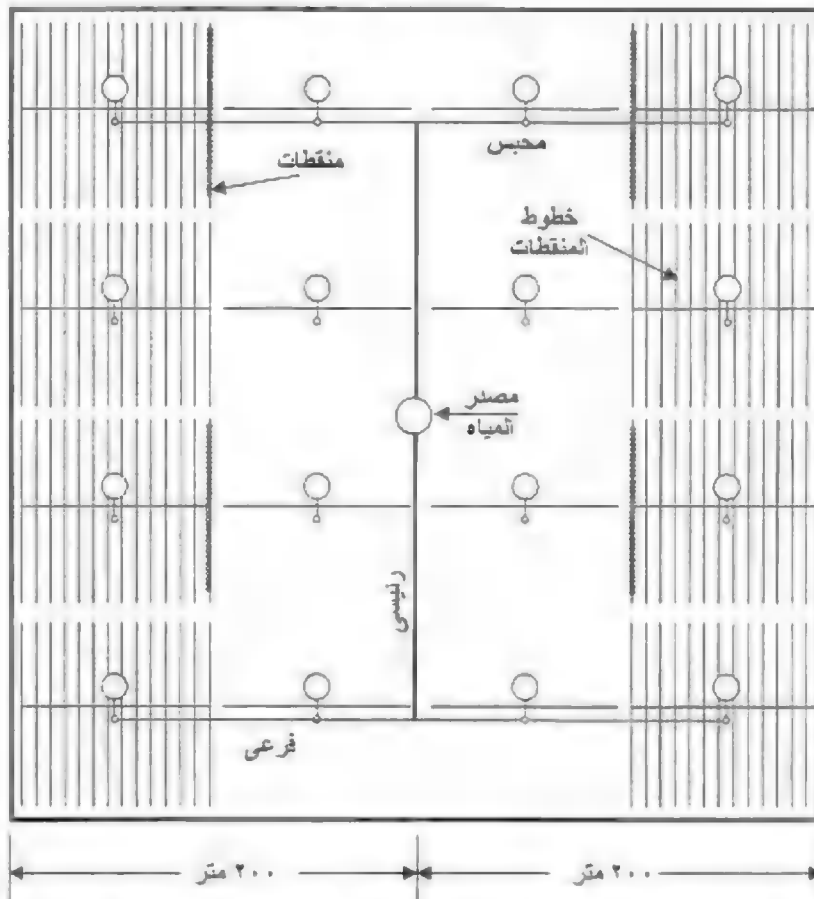
شكل رقم (١.٣) نموذج لقطعة أرض مربعة مساحتها ٤٠ فدان تباعد الأشجار على رؤوس مربعات ٦ × ٦ متر خط رئيسى قطر ٥ و ٤ خط فرعى قطر ٤ خطوط مغذية للمنقطات قطر ٣.



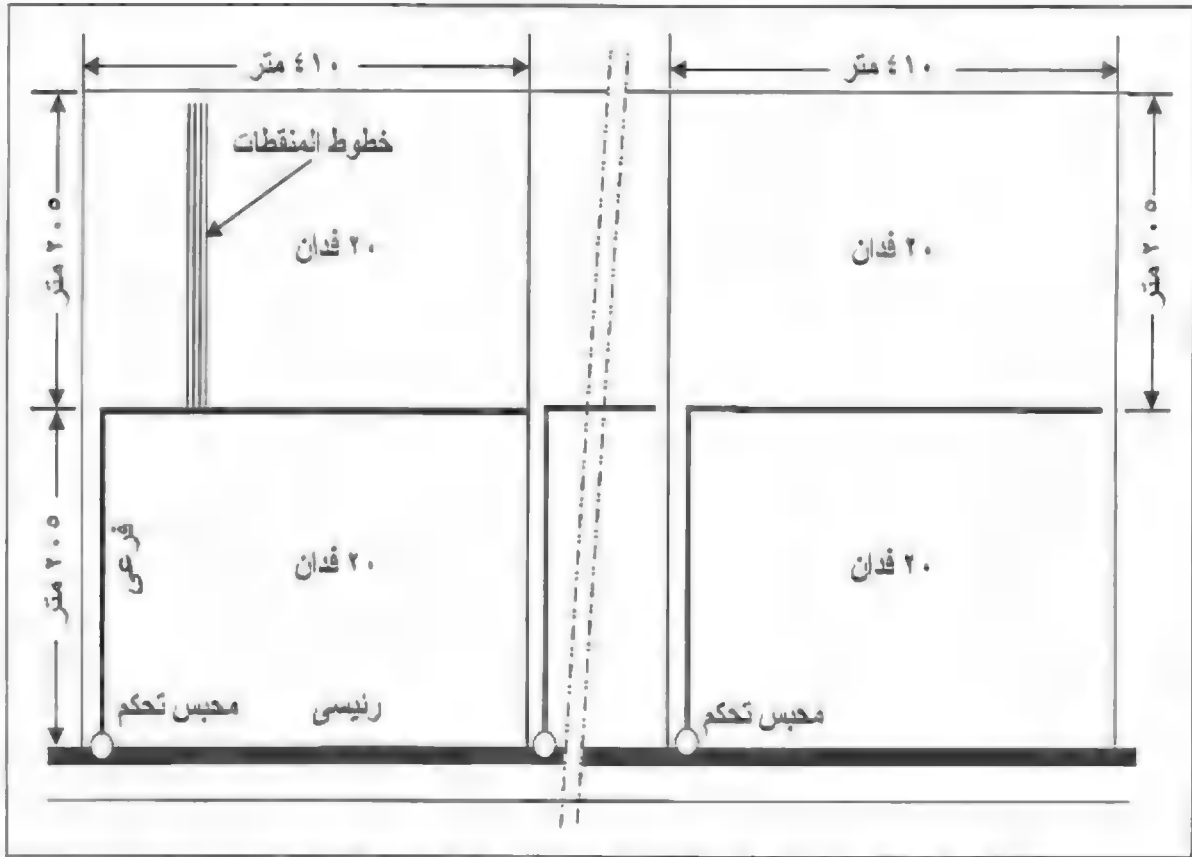
شكل رقم (٢.٣)



شكل رقم (٤٣-٣)



شكل رقم (٤٤-٣) نموذج لشبكة ري بالتنقيط لمساحة ٤٠ فدان مع استخدام نظام المناوبات في الري
(طول خطوط المنقطات ٤٦ متر)



شكل رقم (٣-٥) نموذج لقطعة أرض مقسمة لأجزاء كل منها ٢٠ فدان

٧.٣.٣.٢.٣ الاحتياجات المائية للرى بالتنقيط

يتم تحديد الاحتياجات المائية للرى بالتنقيط بتطبيق المعادلة الآتية :

$$IR_g = ET_c K_r E_a + L_r - R \quad (3-13)$$

$$= IR_n E_a + L_r - R$$

حيث :

- IR_g = الإحتياج المائى الكلى.
- IR_n = الإحتياج المائى الفعلى للنبات.
- E_a = مقلوب الكفاءة الكلية للرى (أكبر من ١).
- K_r = معامل تخفيض الإحتياجات المائية للنبات والذي يأخذ فى الإعتبار أن النبات لا يغطى مساحة الأرض كلها.
- L_r = إحتياجات غسيل التربة.
- R = كمية المياه التى تصل للنبات عن طريق آخر غير الرى بالتنقيط (أمطار - مياه أرضية).

$$ET_{crop} = ET_c$$

ويمكن حساب قيمة المعامل K_r بإستخدام إحدى المعادلتين الآتيتين:

أ. معادلة كيلر وكارميلي (١٩٧٤) Keller and Karmeli

$$K_r = \frac{GC}{0.85} \quad \text{أو} \quad K_r = 1 \quad \text{أيهما أصغر} \quad (3-14)$$

ب. معادلة فريمان وجارزولي : Freeman and Garzoli

$$K_r = GC + \frac{1}{2} (1 - GC) \quad (3-15)$$

حيث GC نسبة مساحة الأرض المظللة بالأشجار وقت تعامد الشمس إلى المساحة الكلية .

ويتم تصميم خطوط شبكة الري بالتنقيط وكذلك يتم تحديد مواصفات المضخة التي تدفع المياه بالشبكة على أساس اعتبار الاحتياجات القصوى للري Peak Irrigation Requirement ونظرا لاختلاف الاحتياجات المائية للمحاصيل باختلاف طور نمو المحصول ، فإنه يمكن التحكم في تمرير الاحتياجات المتغيرة والمطلوبة عن طريق التحكم في زمن الري أو الفترة بين الريات ، ويمكن تحديد الاحتياجات المائية القصوى PIR بتطبيق المعادلة (3-13) وفي حالة ما إذا كانت مياه الري بالمنقطات هي المصدر الوحيد للمياه ، وباعتبار أن $K_r = 1$ فيمكن تحديد قيمة PIR باستخدام المعادلة الآتية :

$$PIR = Et_c E_a + L_r \quad (3-16)$$

حيث وحدات طرفي المعادلة مم / يوم

يمكن حساب أقصى عمق من المياه التي يمكن إعطاؤها في الري الواحدة (IA_n) بتطبيق المعادلة الآتية:

$$IA_n = (FC - WP) d_m \times Z \times \frac{P}{100} \quad (3-17)$$

حيث :

IA_n	=	أقصى عمق من المياه والذي يمكن إعطاؤه للنبات في الري الواحدة مم.
FC	=	نسبة الرطوبة عند السعة الحقلية للتربة.
WP	=	نسبة الرطوبة عند نقطة الذبول الدائم.
d_m	=	العجز المسموح لنسبة الرطوبة بالتربة (نسبة مئوية)
Allowable moisture deficit	=	ويؤخذ في المتوسط ٠.٣٠ .
Z	=	عمق الجذور مم.
P	=	نسبة حجم التربة التي يتم تزويدها بمياه الري إلى حجم التربة الكلي في منطقة الجذور.

ويعطى الجدول رقم (١٨-٣) قيم FC & WP والرطوبة المتاحة بالتربة علاوة على قيم قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة Holding Capacity وذلك لأنواع مختلفة من التربة.

جدول رقم (١٨-٣)

قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه مم / متر	الرطوبة كنسبة مئوية بالوزن			نوع التربة
	الرطوبة المتاحة	WP	FC	
١٠٠ - ٧٠	٦ - ٤	٦ - ٢	١٢ - ٦	رملية Sandy
١٥٠ - ٩٠	١٠ - ٦	٨ - ٤	١٨ - ١٠	Sandy Loam
١٩٠ - ١٤٠	١٤ - ١٠	١٢ - ٨	٢٦ - ١٨	Loam
٢٢٠ - ١٧٠	١٦ - ١٢	١٥ - ١١	٣١ - ٢٥	Clay Loam
٢٣٠ - ١٨٠	١٨ - ١٤	١٧ - ١٣	٣٥ - ٢٧	Sity Clay
٢٥٠ - ٢٠٠	٢٠ - ١٦	١٩ - ١٥	٣٩ - ٣١	طينية Clay

جدول رقم (١٩-٣) قيم عمق الجذور لبعض الأشجار والمحاصيل

المحصول	عمق الجذور بالمتر
طماطم	١,٢ - ١
خضروات	٠,٦ - ٠,٣
موالح	١,٢ - ١
اشجار الفاكهة التى تسقط أوراقها فى الشتاء	٢ - ١
عنب	٣ - ١

ويتم تحديد أقصى فترة زمنية بين الريات I_i بتطبيق المعادلة الآتية :

$$I_i = \frac{IA_n}{ET_{crop}} \quad (3-18)$$

حيث :

$$\begin{aligned} &= IA_n \quad \text{أقصى عمق للمياه والتي يمكن إعطاؤها للنبات فى الريه الواحدة (مم / الريه).} \\ &= ET_{crop} \quad \text{الإحتياجات المائية للنبات (مم / يوم).} \\ &= I_i \quad \text{الفترة بين الريات باليوم.} \end{aligned}$$

كما يتم تحديد أقل فترة زمنية للريه الواحدة بتطبيق المعادلة الآتية :

$$I_d = \frac{IA_n}{INF_R} \quad (3-19)$$

حيث :
 IA_n بوحدات (مم / الريه) ، و INF_R هو المعدل الأساسي لإرتشاح الماء في التربة Infiltration rate
 (مم / ساعة) ، و I_d هو زمن الريه الواحدة بالساعة.

أما التصرف الكلى للمنقطات عند الشجرة الواحدة Q_T فيمكن حسابه باستخدام المعادلة الآتية :

$$Q_T = \frac{IR_g S_e S_i}{I_d} \quad (3-20)$$

حيث IR_g عمق المياه المطلوب في الريه الواحدة (مم / ريّه) ، S_e المسافة بين المنقطات بالمتر ، S_i المسافة بين خطوط التوزيع بالمتر ، I_d الفترة الزمنية للريه الواحدة (ساعة) و Q_T التصرف الكلى للمنقطات عند كل شجرة (لتر / ساعة) .
 وبمعلومية تصرف المنقط الواحد ، يتم تحديد عدد المنقطات عند كل شجرة باستخدام المعادلة الآتية :

$$Ne = \frac{Q_T}{q_e} \quad (3-21)$$

حيث Ne عدد المنقطات عند كل شجرة q_e تصرف المنقط الواحد (لتر / ساعة) .

٣-٢-٣ الفواقد الهيدروليكية في حالة التدفق في المواسير

تنقسم الفواقد الهيدروليكية إلى نوعين :

- أ - فواقد بالاحتكاك و Friction head loss h_f
- ب - فواقد ثانوية Minor losses h_m

أ - الفواقد الهيدروليكية بالاحتكاك : h_f
 يمكن حساب الفواقد بالاحتكاك بتطبيق معادلة دارسى - ويزباخ أو معادلة هازن - ويليامز .

١ - معادلة دارسى - ويزباخ Darcey – Weisbach equation

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (3-22)$$

حيث :

- h_f = الفاقد بالاحتكاك بالمتر .
- f = معامل الاحتكاك .
- L = طول الماسورة بالمتر .
- V = السرعة المتوسطة للمياه بالماسورة ، متر / ثانية .
- D = قطر الماسورة بالمتر .

$$g = \text{عجلة الجاذبية الأرضية} - 9.81 \text{ م / ث}^2$$

في حالة الجريان الطبقي Laminar flow :

$$f = \frac{64}{RN}$$

$$RN = \frac{VD}{\nu} \quad \text{حيث RN رقم رينولدز، } \nu \text{ اللزوجة الكينماتيكية للمياه.}$$

أما في حالة الجريان المضطرب فيتم حساب قيمة معامل الاحتكاك f بتطبيق معادلة كولبروك - وايت : Colebrook - White equation :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \log_{10} \left(\frac{K_s}{3.71D} + \frac{2.51}{RN\sqrt{f}} \right) \quad (3-23)$$

حيث K_s الخشونة المطلقة لمادة الماسورة.

٢ - معادلة هازن - وليامز Hazen - Williams equation

$$h_f = 6.84 \left(\frac{V}{C_{NW}} \right)^{1.82} \frac{L}{D^{1.167}} \quad (3-24)$$

حيث C_{NW} معامل الخشونة لهازن - وليامز ويؤخذ كما يلي :

$C = 100$	للمواسير الخرسانة
$C = 145$	مواسير إسبستوس
$C = 120$	مواسير صلب ملحوم
$C = 150$	مواسير PVC

ب - الفواقد الثانوية h_m Minor Losses

وهي الفواقد نتيجة وجود محابس أو كيعان على الخط أو أى عائق آخر ويتم تعيينها من المعادلة :

$$h_m = K_m \frac{V^2}{2g} \quad (3-25)$$

حيث K_m معامل يتم تحديد قيمته على حسب نوع المحبس - الكوع - العائق إلخ ويمكن في مرحلة التصميم الابتدائي اعتبار أن الفواقد الثانوية في حدود ١٥% من الفواقد بالاحتكاك.

ج- الفواقد الهيدروليكية بالاحتكاك في حالة مواسير التوزيع

في شبكة الري بالتقطيع يتم تركيب المنقطات على مسافات معينة على خطوط التوزيع ، حيث تتدفق المياه من خط التوزيع إلى المنقطات ومنها لسطح التربة المحيطة بالشجرة ويعنى ذلك أن تصرف المياه على

إمتداد خط التوزيع يكون متغيراً حيث يتناقص في اتجاه التدفق. في مثل هذه الحالات يتم حساب الفاقد بالاحتكاك باعتبار أن التصريف الكلي سيمر بالخط بالكامل، ثم يتم تخفيض قيمة هذا الفاقد بضربه في معامل تخفيض (F)، وهو المعامل الذي يأخذ في الاعتبار تأثير تناقص التصريف بصورة تدريجية على إمتداد الخط:

$$(h_f)_{act} = F h_f$$

حيث :

= الفاقد بالاحتكاك الفعلي

h_f = الفاقد بالاحتكاك باعتبار التصريف بالكامل يمر بالخط.

F = معامل تخفيض الفاقد بالاحتكاك.

ويتوقف قيم المعامل (F) على عدد المنقطات المركبة على الخط.

ويعطى الجدول رقم (٢٠-٣) قيم (F) المناظرة لأعداد مختلفة من المنقطات والتي يتم تركيبها بالخط.

٩.٣.٣.٢.٣ أنواع المنقطات

توجد أنواع عديدة من المنقطات التي يمكن إستخدامها في نظام الري بالتقسيط ويشترط في المنقط الآتي:

- أن يكون منحنى تصريف المنقط مع الضاغط مقلطاً بقدر الإمكان حتى لا يحدث تغيير ملموس في التصريف عند تغيير الضاغط عند المنقط وهذا الأمر هام في حالة الخطوط المغذية الطويلة أو حالة الأراضي الغير منبسطة.
- أن تكون قابليتها للإسداد أقل ما يمكن.
- ألا يتأثر أداؤها بتغير درجة الحرارة.
- أن تكون مصنوعة من مواد تتحمل ظروف التشغيل وأن يكون عمرها الافتراضي مناسباً.
- أن يكون ثمنها مناسباً.

ويمكن تقسيم أنواع المنقطات تبعاً لحركة المياه خلالها للأنواع الرئيسية الآتية:

- ١ - منقطات ذات الممر الطويل.
- ٢ - منقطات ذات الفتحة الصغيرة.
- ٣ - منقطات تتحرك المياه خلالها على هيئة دوامة.

جدول رقم (٣-٢٠)
Values of redaction factor F

Number of outlets	Hazen-Williams	Scobey	Darcy – Weisbach
1	1	1	1
2	0.639	0.634	0.625
3	0.535	0.560	0.518
4	0.486	0.480	0.48
5	0.457	0.451	0.440
6	0.435	0.433	0.421
7	0.425	0.422	0.400
8	0.415	0.410	0.398
9	0.409	0.402	0.391
10	0.402	0.396	0.384
11	0.397	0.392	0.380
12	0.394	0.386	0.376
13	0.391	0.384	0.373
14	0.387	0.381	0.370
15	0.384	0.379	0.367
16	0.382	0.377	0.365
17	0.380	0.376	0.363
18	0.379	0.373	0.360
19	0.377	0.372	0.361
20	0.376	0.370	0.359
22	0.374	0.368	0.357
24	0.372	0.366	0.355
26	0.370	0.364	0.352
28	0.369	0.363	0.350
30	0.367	0.362	0.349
35	0.365	0.339	0.347
40	0.364	0.357	0.343
50	0.361	0.355	0.338
100	0.351	0.350	0.336

أما المنقط الذي يعطى تصرفاً منتظماً لمجال واسع من ضغوط المياه فيسمى Self Compensating والصورة العامة لمعادلة التصرف لهذا المنقط تأخذ الصورة :

$$q = ah^b \quad (3-26)$$

حيث :

$$\begin{aligned} q &= \text{تصرف المنقط لتر / ساعة} \\ h &= \text{ضاغط المياه عند المنقط بالمتر} \\ a, b &= \text{ثوابت خاصة بالمنقط} \end{aligned}$$

والشركات المنتجة للمنقطات تعطي منحنيات للعلاقة بين تصرف المنقط والضاغط ويتراوح الضاغط المطلوب للمنقط بين ٧ إلى ١٠ متر ، بينما يتراوح تصرف المنقط بين ٢ إلى ١٢ لتر / ساعة. ويتم تثبيت المنقطات إما على خرطوم تتصل بخط المنقطات ، أو بتثبيتها داخل تقوب في جدار الخط أو يتم تثبيتها كجزء من الخط وعلى امتداده.

١٠.٣.٣.٢ طرق توزيع المنقطات حول الأشجار

يبين الشكل رقم (٤٦.٣) الطرق المختلفة التي يمكن إستخدامها لتوزيع المنقطات حول الأشجار ، والتي تتلخص في الآتي :

- ١ - حالة خط توزيع واحد لكل خط أشجار .
- ٢ - حالة خطي توزيع لكل خط أشجار .
- ٣ - حالة أكثر من منقط واحد لكل شجرة .

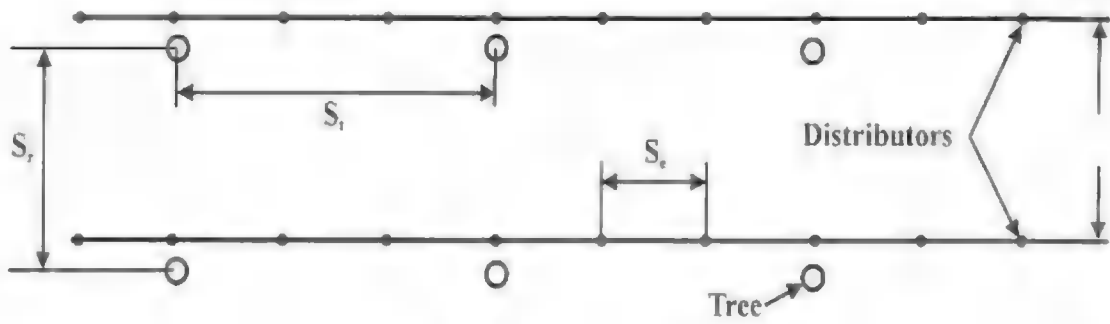
ويتوقف الأسلوب المناسب الواجب إختياره على عدد المنقطات المطلوبة لكل شجرة وعلى سهولة التنفيذ وإجراء الصيانة علوة على عنصر التكلفة.

١١.٣.٣.٢ تصميم خطوط المنقطات

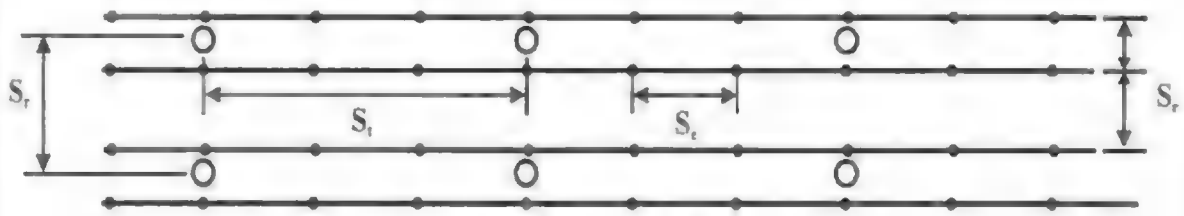
خطوط المنقطات هي الخطوط التي تنقل مياه الري من الخطوط الفرعية إلى المنقطات ومنها إلى النباتات وتتصل المنقطات بخطوط المنقطات مباشرة أو عن طريق خرطوم بلاستيكية. وهي تصنع عادة من البولي إيثيلين وبأقطار تتراوح من ٨ إلى ٢٠ مم ، ويجب ألا يقل قطر خط المنقطات عن ١٦ مم لضمان وصول المياه لكافة المنقطات. ويتم تصميم خطوط المنقطات والخطوط الفرعية بحيث لا يتجاوز أقصى فرق لتصرف المنقطات بالمنطقة التي تروى في نفس الوقت عن ٥٪ إلى ١٠٪ مما يعني أن أقصى فرق في الضاغط يكون في حدود من ١٠٪ إلى ٢٠٪ في حالة الجريان المضطرب ، ويكون في حدود من ٥٪ إلى ١٠٪ في حالة الجريان الطبقي. ويجب ألا يزيد طول خط المنقطات عن ١٠٠ متر.

ويتم حساب التصرف التصميمي للخط على ضوء التخطيط الذي تم إعداده للمنطقة ، وبمعلومية عدد الأشجار على الخط ، وعدد المنقطات عند كل شجرة ، والتصرف التصميمي للمنقط الواحد.

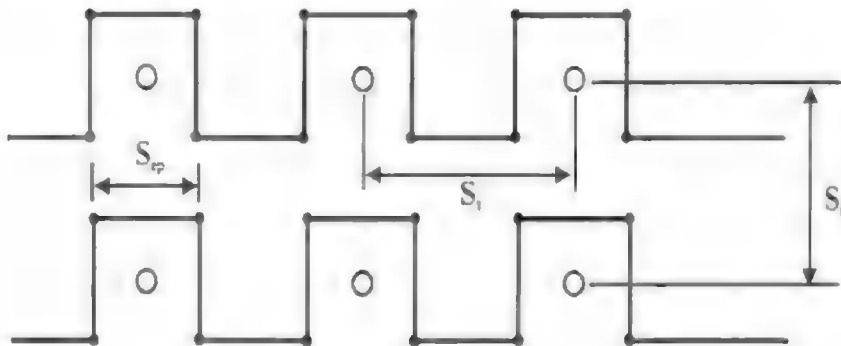
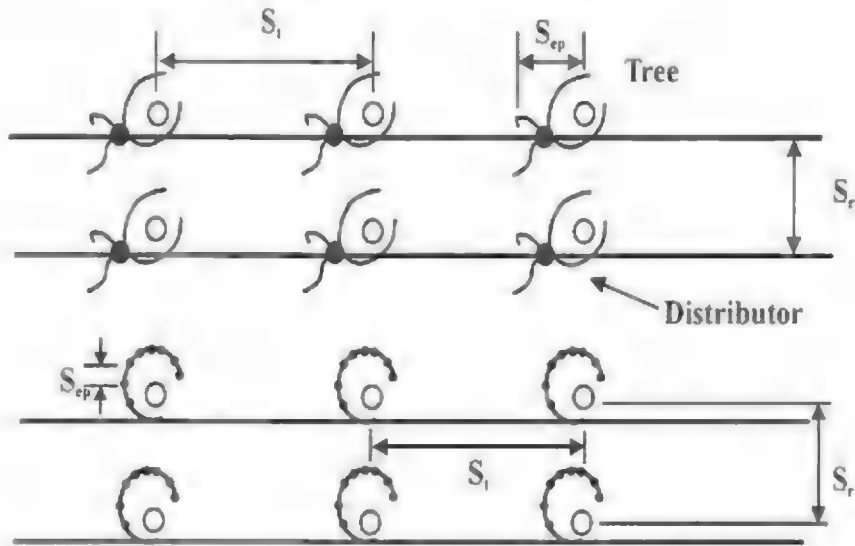
وللحصول على تصميم إقتصادي في حالة الأراضي المنبسطة ، وجد كيلر و كارميلي أن الفاقد في الطاقة خلال خط المنقطات وخلال الخط الفرعي يكونا بنسبة ٥٥٪ و ٤٥٪ على التوالي من الفاقد الكلي المسموح به.



أ - خط توزيع واحد لكل خط أشجار



ب - خطي توزيع لكل خط أشجار



ج - أكثر من منقط واحد لكل شجرة

شكل رقم (٦-٣) توزيع المنقطات حول الأشجار

وبدراسة الفواقد الهيدروليكية على إمتداد خطوط المنقطات ، وباعتبار مجال واسع من أنواع المنقطات ، بين كيلر وكارميلي أن الضاغط المتوسط على إمتداد الخط يكون عند نقطة تبعد مسافة ٠.٣٩ من طول الخط الكلي ، مقاسة من بدايته. كما وجد أن ٧٧٪ من الفاقد في الطاقة يتم فقده خلال هذا الطول. بينما يتم فقد ٢٣٪ من الفواقد خلال الطول المتبقى من خط شكل (٤٧-٣).

أى أن :

$$h_{av} = h_{min} + 0.23 h_l = h_{max} - 0.77 h_l$$

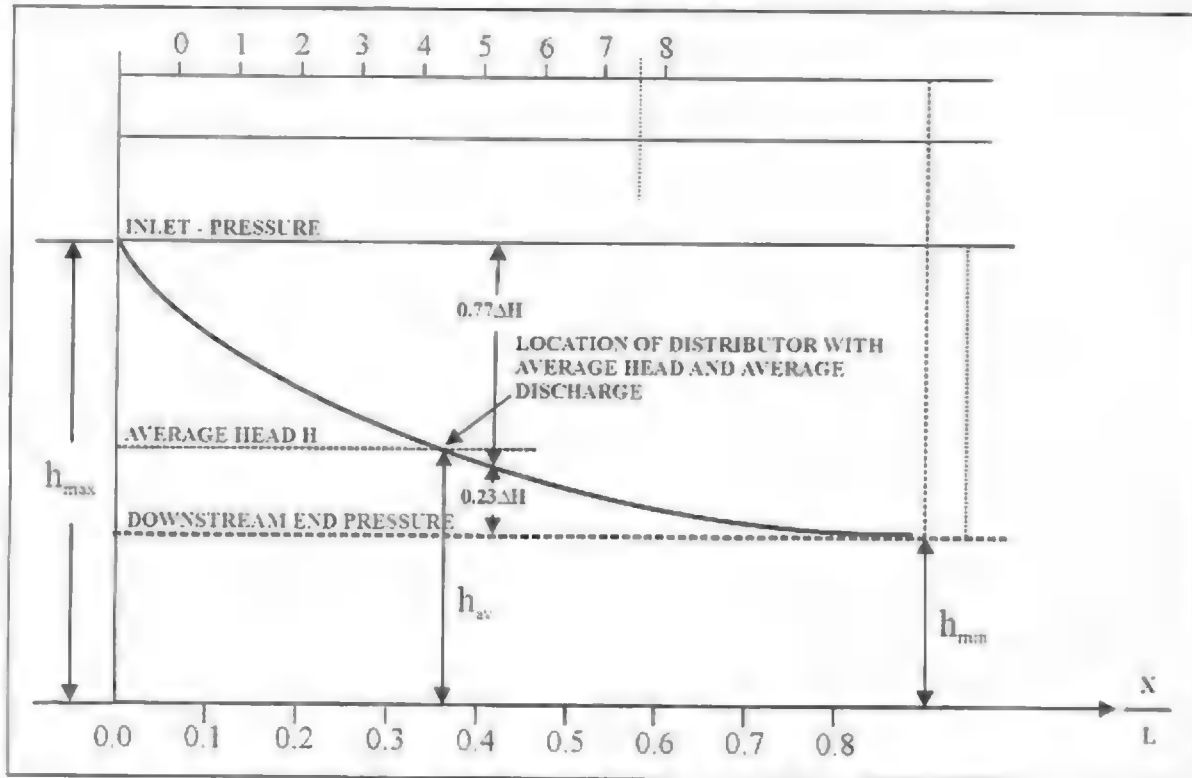
حيث :

الضاغط المتوسط	= H_{av} .
أقل قيمة للضاغط ، عند نهاية خط المنقطات.	= H_{min} .
أقصى قيمة للضاغط ، عند بداية خط المنقطات.	= H_{max} .
الفاقد في الطاقة خلال خط المنقطات.	= h_l

ويتم حساب الفواقد الهيدروليكية طبقا للبند ٨-٣-٣-٢-٣

١٢-٣-٣-٢-٣ تصميم الخطوط الفرعية

الخطوط الفرعية هي الخطوط التي تنقل مياه الري من الخط الرئيسي إلى خطوط المنقطات ومنها إلى المنقطات. والخطوط الفرعية تصنع عادة من مادة بى. فى. سى (PVC) وتدفن تحت سطح الأرض. ولتصميم الخط الفرعى يلزم حساب التصريف التصميمى للخط ، وباعتبار أن الفواقد الهيدروليكية خلاله تمثل ٤٥٪ من الفواقد الكلية (بند ١١-٣-٣-٢-٣)، يتم حساب قطر الخط الفرعى ، حيث يتم حساب الفواقد الهيدروليكية طبقا للبند (٨-٣-٣-٢-٣).



شكل رقم (٤٧-٣) توزيع الضاغط على إمتداد خط المنقطات

١٣-٣-٣-٢-٣ تصميم الخطوط الرئيسية

الخط الرئيسى هو الخط الذى ينقل مياه الري من مصدر المياه بعد إمرارها على الفلتر ، لتوصيلها إلى الخطوط الفرعية. والخط الرئيسى يصنع عادة من مادة بى. فى. سى (PVC) ويدفن تحت سطح الأرض ولتصميم الخط الرئيسى يلزم حساب التصريف التصميمى للخط، وذلك باعتبار عدد الخطوط الفرعية وتصريف كل منها ومناوبة الري التى سيتم إتباعها... ويتم تصميم الخط الرئيسى وتحديد قطره باعتبار سرعة المياه فى حدود ١,٥-١,٠ متر / ث.

١٤-٣-٣-٢-٣ إضافة الأسمدة لمياه الري

يتميز نظام الري بالتنقيط بإمكانية إضافة الأسمدة مما يقلل من التكاليف فى حالة إضافتها بالطرق التقليدية.

ويمكن إضافة الأسمدة لمياه الري باستخدام إحدى الطرق الآتية :

- ١ - تكوين فرق ضغط على الخط لتمرير جزء من المياه إلى خزان الأسمدة.
- ٢ - استخدام مضخة لحقن الأسمدة.

١ - إضافة الأسمدة عن طريق تكوين فرق ضغط على الخط لتمرير جزء من المياه إلى خزان الأسمدة. حيث يتم ربط الخط الرئيسى بخزان الأسمدة عن طريق وصلة فرعية كما هو موضح بالشكل رقم (٤٨-٣). ويتم تركيب محبس لخفض الضغط على الخط الرئيسى فى المنطقة بين المدخل والمخرج للخزان لتكوين فرق ضغط يسمح بدخول كمية من المياه إلى خزان الأسمدة حيث يتم إذابة الأسمدة فى المياه. ويتم التحكم فى كمية المياه الداخلة للخزان عن طريق محابس التحكم التى يمكن تركيبها والموضحة بالرسم رقم (٤٨-٣). وتتميز هذه الطريقة بعدم الحاجة لاستخدام مضخة.

كما يمكن سحب الأسمدة المطلوبة بطريقة أخرى وذلك بعمل وصلة فرعية للخط الرئيسى حيث يتم تكوين ضغط سالب بالوصلة لسحب كمية من السماد المطلوبة من خزان الأسمدة ودفعها للخط. ويتم تكوين الضغط السالب عن طريق تضيق قطر الوصلة الفرعية تدريجياً ثم التوسيع مرة أخرى كما هو موضح بالرسم رقم (٥٠-٣).

٢ - استخدام مضخة لحقن الأسمدة

حيث يتم حقن الأسمدة بالمعدل المطلوب إلى خزان خط المياه بالأسمدة للحصول على التركيز المطلوب. وهذه الطريقة أكثر تكلفة من الطريقة السابقة شكل (٤٩-٣). ومعدل حقن الأسمدة خلال نظام الري بالتنقيط يمكن حسابها من المعادلة الآتية :

$$q_f = \frac{f_r \cdot A}{C t_r l_r} \quad (3-27)$$

حيث :

معدل حقن محلول الأسمدة، لتر / ساعة.	=	q_f
كمية الأسمدة التى تعطى للنبات خلال فترة الري ، كجم / فدان.	=	f_r
مساحة الأرض المروية بالفدان.	=	A
تركيز الأسمدة فى مياه الري ، كجم / لتر.	=	C
النسبة بين زمن إضافة الأسمدة للأرض وزمن الري ، ويؤخذ عادة ٠,٨ لتسمح بوقوف نظام دفع الأسمدة	=	t_r
زمن الري بالساعة.	=	l_r

ويتراوح تركيز الأسمدة في مياه الري بالتنقيط (f_e) ما بين نحو ٤ إلى ١٠ جزء في المليون. حيث :

$$f_e = 100 f_r / t_r I_d \quad (3-28)$$

حيث I_d العمق الكلي لمياه الري (مم). وفي طريقة حقن الأسمدة باستخدام أسلوب تكوين فرق الضغط ، يجب ان تكون سعة خزان محلول الأسمدة كافيًا لفترة ريه كاملة. ويمكن حساب حجم الخزان باللتر بتطبيق المعادلة الآتية :

$$V_{fl} = f_r A / C \quad (3-29)$$

١٥-٣-٣-٢-٣ الفلتر

يعتبر الفلتر من المكونات الرئيسية لشبكة الري بالتنقيط وذلك للتغلب على مشكلة انسداد المنقطات نتيجة وجود المواد المعدنية والعضوية بمياه الري. كما أن وجود هذه المواد يمكن أن يقلل من كفاءة نقل المياه بالخطوط الرئيسية والفرعية. ويمكن التغلب على هذه المشكلة باستخدام الفلاتر المناسبة. ولإختيار الفلتر المناسب فإنه يلزم إجراء تحليل لمياه الري المستخدمة لتحديد نسب المواد العضوية والغير عضوية والمعادن المختلفة وكذا نسب المواد الرسوبية العالقة. ويمكن فصل المواد الرسوبية العالقة بالمياه باستخدام إحدى الوسائل الآتية :

- ١ - خزانات الترسيب.
- ٢ - فلتر من شباك لحجز المواد.
- ٣ - فلتر رملي أو فلتر رملي / زلطي.

١ - خزانات الترسيب

تعتمد هذه الطريقة على إدخال المياه إلى خزان الترسيب خلال فتحة علوية وسحبها من فتحة سفلية حيث يمكن فصل الحبيبات أكبر من ٤٠ ميكرون خلال فترة ساعة. على أنه لا يمكن الإعتماد على خزان الترسيب بمفرده لإجراء الفصل الكامل للمواد الرسوبية والعضوية.

٢ - فلتر من شباك لحجز المواد

يمكن حجز المواد العالقة باستخدام شبكة مصنوعة من الحديد الذي لا يصدأ أو البلاستيك. ويتكون الفلتر عادة من شبكتين الأولى لحجز المواد الأكبر والثانية لحجز المواد الأصغر.

٣ - فلاتر الرمل وفلاتر الرمل / زلط

وهي الفلاتر الشائعة الإستخدام في نظم الري بالتنقيط لمختلف نوعيات مياه الري المتاحة وتستخدم لحجز الحبيبات الدقيقة والتي يمكن أن تمر من فلاتر شبكة حجز المواد . ويتكون هذا النوع من الفلتر من طبقات من الرمل والزلط من مقاسات مختلفة. ويبين الشكل رقم (٥١-٣) قطاع في فلتر رملي / زلطي،

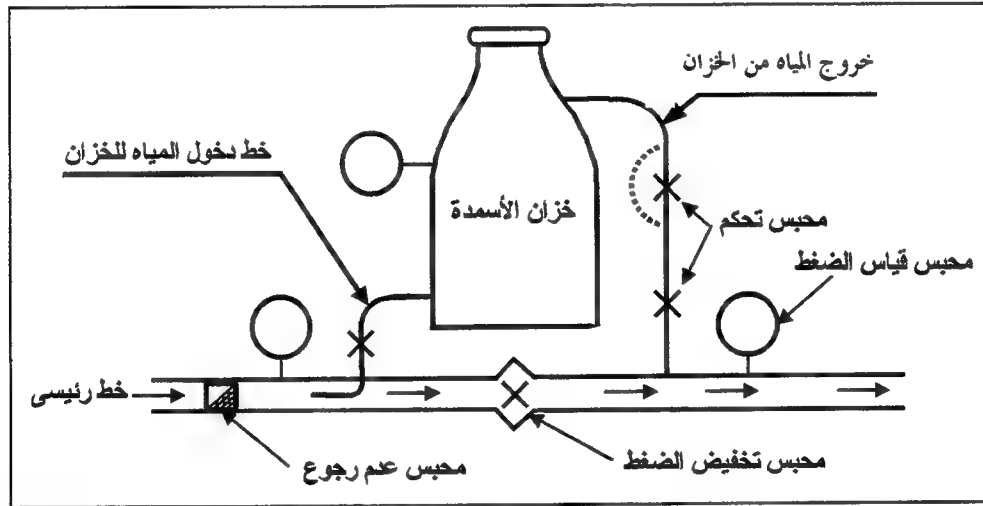
حيث تدخل المياه من أعلى الخزان الذى يبلغ قطره ٤٠٠ مم وتنساب لأسفل مارة بطبقات رملية تليها طبقات زلطية مقاس ٣ مم ثم ٦ مم بإرتفاع ٧٥ مم لكل منهما . ثم تمر المياه خلال فلتر من شبة ذات مقاس صغير.

وفلاتر الرمل يمكنها أن تحجز المادة العالقة حتى مقاس ٢٠ ميكرون. ويتراوح سمك طبقة الفلتر بين ١٥ سم و ٩٠ سم. ويراعى تصميم مساحة مقطع الفلتر بحيث تكون سرعة المياه بسيطة لا تتعدى ٣ سم / ثانية.

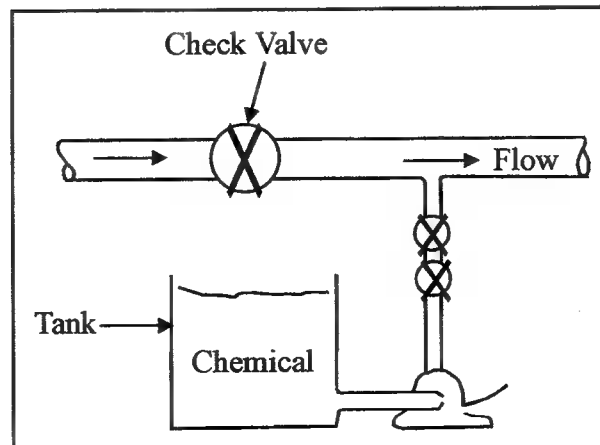
جدول رقم (٢١-٣)

Sand / gravel filter numbers

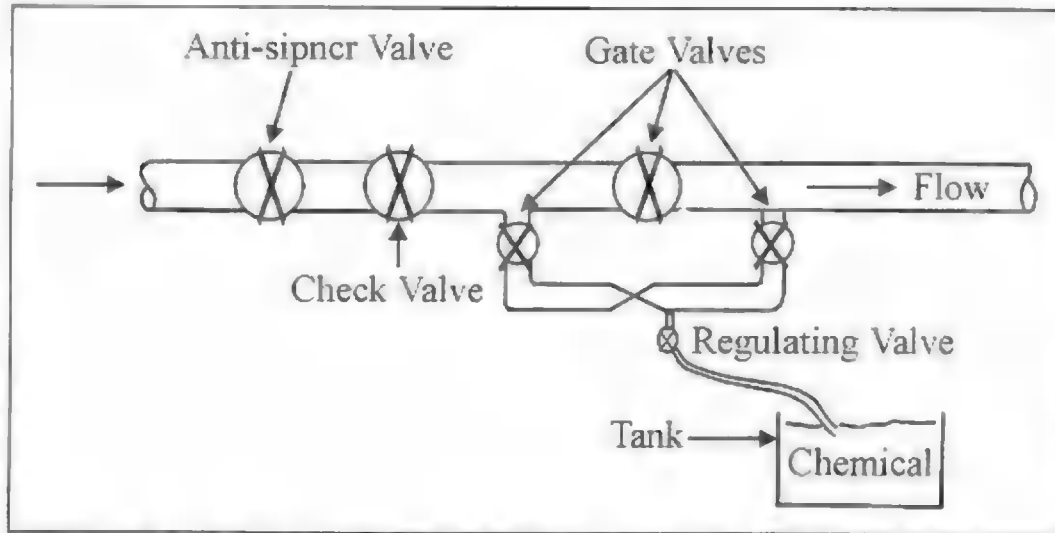
Designation Number	Material	Mean granule size In Microns	Minimum arrested Sediments microns
8	Crushed granite	840	160
11	Crushed granite	952	
16	Silica	806	60
20	Silica	524	40
30	Silica	325	20



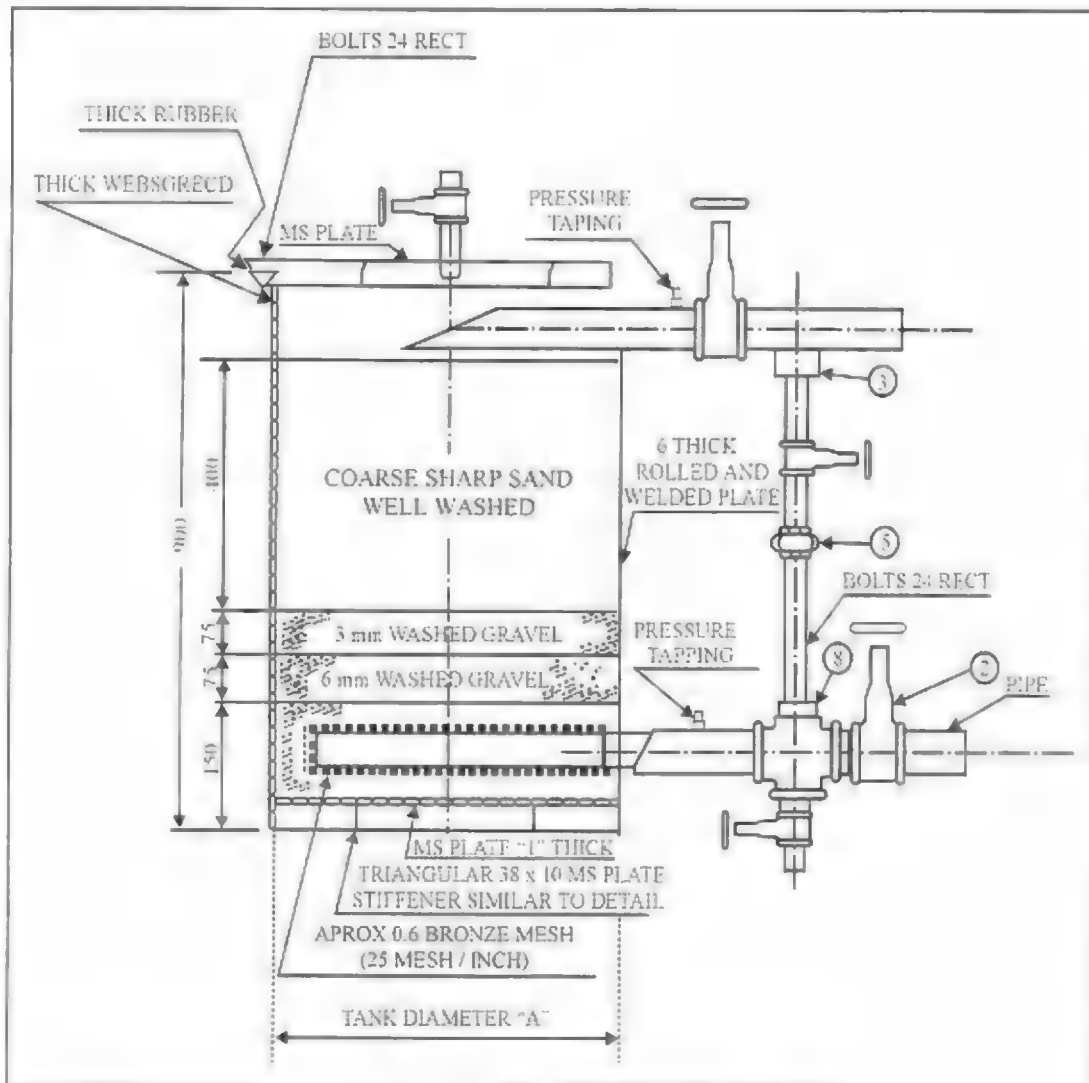
شكل رقم (٤٨-٣) إضافة الأسمدة بتكوين فرق الضغط على الخط باستخدام محبس تخفيض الضغط



شكل رقم (٤٩-٣) إضافة الأسمدة باستخدام مضخة الحقن



شكل رقم (٥٠.٣) إضافة الأسمدة بتكوين ضغط سالب على الخط عن طريق تضيق مقطع الماسورة الفرعية



شكل رقم (٥١.٣) فلتر رملي / زلطي

٤.٣.٢.٣ تقييم أداء نظام الرى

تقييم نظم الرى

يهدف تقييم نظم الرى إلى أربعة أغراض رئيسية هى :

- أ - تحديد كفاءة النظام تحت ظروف التشغيل السائدة.
 - ب - تحديد كفاءة النظام وإمكانية تحسين هذه الكفاءة.
 - ج - الحصول على بيانات تساعد عند تصميم أى نظام جديد.
 - د - الحصول على معلومات تمكن من المقارنة بين الطرق والنظم وأساليب التشغيل المختلفة كأسس للوصول إلى قرارات إقتصادية.
- يشمل التقييم ظروف القياس عند نقطة أو أكثر يتم إختيارها بحيث تمثل الحقل تمثيلا كاملا ما أمكن ذلك.

المصطلحات والتعريفات

تحتاج نظم الرى على مستوى الحقل وأساليب تشغيلها إلى بعض القياسات لتحديد كفاءة النظام المقابلة للبيانات التصميمية والكفاءة الفعلية تحت ظروف الإدارة السائدة ولكى يكون لجميع أنواع المقارنات أسس ثابتة فإن مؤشرات الأداء الثلاثة وهى كفاءة التطبيق النظرية وكفاءة التطبيق الفعلية وإنتظامية التوزيع يجب ان تبنى على أساس متوسط عمق المياه المتسرب أو المخزون فى ربع المساحة التى يصل إليها أقل كمية من المياه.

مؤشرات الأداء

كفاءة التطبيق: هى النسبة المئوية لمتوسط عمق الرى الذى تسرب من سطح التربة وإخترن فى منطقة الجذور إلى متوسط عمق مياه الرى التى تم إضافتها أى أن :

$$\text{كفاءة التطبيق} = \frac{\text{متوسط عمق مياه الرى المتسرب فى منطقة الجذور}}{\text{متوسط عمق مياه الرى المضافة}} \times 100 \quad (3-30)$$

وفيد هذا المؤشر فى التعريف بكمية المياه التى وصلت بالفعل إلى منطقة الجذور حيث يستطيع النبات أن يستفيد منها بشكل مباشر إلا أنه لا يعطى فكرة حقيقية عن كفاءة تشغيل نظام الرى على مستوى الحقل حيث من الممكن الحصول على كفاءات مرتفعة فى النظم التى يستخدم فيها الرى تحت السطحى حتى لو كان توزيع المياه غير منتظم وكان الإسراف فى إستخدام المياه كبيرا .

كفاءة التطبيق الفعلية: هى النسبة المئوية لمتوسط عمق مياه الرى الذى تسرب من سطح التربة فى ربع المساحة الأقل إستحواداً على المياه إلى متوسط عمق مياه الرى التى تم إضافتها - ويحسب متوسط عمق المياه فى هذه المساحة من تقسيم كامل مساحة الحقل إلى أربعة أرباع والقياس فى كل منها على حدة - وكذلك فإن كفاءة التطبيق الفعلية تعطى مؤشرا على إنتظامية التوزيع وكفاءة المياه فى نفس الوقت .

إنتظامية التوزيع : هى النسبة المئوية لمتوسط عمق المياه المتسرب فى الربع الأقل إلى متوسط عمق المياه المتسرب على مستوى الحقل ككل أو هى النسبة المئوية لمتوسط عمق المياه المتسرب على مستوى الحقل ككل مطروحا منه متوسط الإبتعاد عن هذا المتوسط إلى متوسط عمق المياه المتسرب على مستوى الحقل ككل .

$$\text{أو هي} = (١ - \frac{\text{متوسط الإبتعاد عن متوسط عمق المياه المتسرب}}{١٠٠ \times (\text{متوسط عمق المياه المتسرب}) }) \quad (٣-٣١)$$

ويستخدم التعريف الأول في حالات الري السطحي والري بالتنقيط حيث يمكن الحصول على عمق المياه المتسرب من قياس نسبة الرطوبة قبل وبعد عملية الري أما التعريف الثاني (هو نفسه التعريف الثالث) فيستخدم في حالة الري بالرش على أساس إستبدال عمق المياه المتسرب بعمق المياه الذي يصل إلى مجموعة من الأواني التي توضع على أبعاد من مصدر المياه (الرشاش) .

نسبة التقدم : هي النسبة بين الوقت الذي تستغرقه المياه للوصول إلى الطرف السفلي للحقل إلى الزمن الذي تصل عنده المياه بالفعل إلى نهاية الحقل وهو الزمن المرغوب إتمام عملية الري خلاله.

نسبة التخزين : هي النسبة بين متوسط عمق المياه المختزن في منطقة الجذور وعمق المياه الذي يمكن تخزينه في هذه المنطقة وتستخدم هذه النسبة مشاركة مع إنتظامية التوزيع وكفاءة التطبيق ويطلق عليها أحيانا كفاءة التخزين.

العجز الرطوبي : هو عمق المياه المطلوب لإعادة المستوى الرطوبي للتربة في منطقة الجذور إلى السعة الحقلية.

العجز الرطوبي المسموح : هو النسبة المئوية للرطوبة الارضية المتاحة في منطقة الجذور المقابلة لتوتر مقبول يمكن للنبات تحمله بدون أضرار في الإنتاجية .

الخصائص الزمنية

زمن الري : هو الفترة الزمنية اللازمة لوجود المياه على سطح التربة لإحلال وتعويض العجز الرطوبي.

زمن التطبيق : هو الفترة الزمنية التي تسري فيها المياه داخل المساحة المروية.

زمن الانتهاز : هو الفترة الزمنية التي تكون المياه فيها على سطح التربة ولديها الفرصة للتسرب إلى باطنها.

زمن التقدم : هو الفترة الزمنية اللازمة لتقدم المياه من بداية الحقل إلى نهايته.

زمن التباطؤ : هو الفترة الزمنية اللازمة للمياه لتختفي من الطرف العلوي للحقل عقب قفل مصدر المياه عنه.

منحنيات الخصائص :

منحنى التقدم : هو المنحنى الذي يحدد العلاقة بين الزمن منذ فتح المياه إلى الحقل والمسافة التي تحركتها جبهة التقدم.

منحنى الإنحسار : هو المنحنى الذي يحدد العلاقة بين الزمن منذ فتح المياه إلى الحقل والزمن الذي تختفي عنده المياه من سطح التربة عند أى مسافة .

منحنى الري : هو المنحنى الذي يحدد العلاقة بين زمن الري على منحنى التقدم عند أى مسافة لتعيين الزمن اللازم لتسرب كمية المياه التي تعوض العجز الرطوبي عند هذه المسافة.

منحنى معدل التسرب : هو المنحنى الذى يحدد العلاقة بين المعدل اللحظى لتسرب المياه داخل قطاع التربة والزمن الذى ينقضى بعد الترطيب المبدئى.

منحنى عمق التسرب التراكمى : هو المنحنى الذى يحدد العلاقة بين عمق المياه المتسربة التراكمية والزمن الذى ينقضى بعد الترطيب المبدئى.

منحنى توزيع عمق التسرب : هو منحنى يحدد عمق المياه المتسربة عند مواقع التسرب التراكمى لزمن الإنتهاز فى المواقع المحددة بالنسبة للرى السطحى أما بالنسبة للرى بالرش فإن هذا المنحنى يحدد عمق المياه التى يتم إصطيادها فى أوائى توضع فى مساحات متماثلة تنظم فى أعماق مرتبة تنازليا .

التقييم الحقلى :

إن معرفة مستوى الكفاءة التى يعمل بها أى نظام للرى أو تأكيد الكفاءة التصميمية لهذا النظام يمكن فقط الحصول عليها عن طريق قياسات الأداء الحقلية . والملاحظات على بعض خصائص الأداء يمكن أن تعطى فكرة تقريبية مناسبة للإستدلال على بعض الخطوات الإصلاحية الواضحة للنظم القائمة فعلا .

سننترق فيما يلى إلى تقنيات التقييم الحقلى بالقياس والمعاينة لنظم الري الرئيسية وهى :

- أ - الطرق السطحية والتى تتأثر بالتربة وطبوغرافية سطحها .
- ب - الطرق فوق السطحية والتى لا تتأثر مباشرة بالتربة (الرش والتنقيط) .
- ج - الطرق تحت السطحية والتى تشمل التحكم فى منسوب الماء الجوفى وهذه الطرق لا يوجد حاليا تقنيات متاحة لتقييمها التقييم الكافى .

الرى بالخطوط

يستخدم الري بالخطوط عادة تحت ظروف تناسب التربة والطبوغرافيا والمحصول بشكل فعال وعند إطلاق المياه فى الخطوط تتسرب هذه المياه إلى التربة عن طريق القاع رأسيا إلى أسفل وعن طريق الجوانب فى الإتجاه الأفقى أيضا ويفقد الماء فى هذه الحالة بالتسرب الزائد عن الحاجة وبالسريان السطحى فى نهاية الخط .

ويكون الحد الأقصى للمسافة بين الخطوط بحيث تسمح الحركة الأفقية بإبتلال المساحة كاملة فى زمن يقل عن زمن الري اللازم لتعويض العجز الرطوبى عند نهاية الخط وفى بعض الأحيان يمكن زيادة المسافة بين الخطوط لترك جزء من المساحة بدون إبتلال كذلك فإن المحصول المنزوع والميكنة المتاحة يحددان المسافة بين الخطوط فى نفس الوقت .

وحيث أن الجزء الأكبر من الفواقد فى نظام الخطوط يتمثل فى السريان السطحى عند نهاية الخط لذلك فإن إعادة استخدام هذه المياه تعتبر من الضروريات اللازمة للمحافظة على المياه والتى يلزم إعتبارها جزء من أى نظام من هذه النظم .

ومن الممكن أن يكون قطاع الخط على شكل رقم (٧) ويتميز بصغر الطول المبتل وصغر معدل التسرب وإختلاف مقاديرها بين بداية الحقل ونهايته .

ويتميز الخط ذو القطاع البيضاوى والذى يصل عرضه إلى ٠,٣ م وعمقه إلى ٠,٠٨ م بأن الطول المبتل يكون متماثلا على طول الخط .

ومن الملاحظات العينية التي يمكن إجراؤها لتقييم هذا النوع ما يلي :-

- أ - جس التربة قرب نهاية الخط وعند نهاية عملية الري للتأكد من تعويض العجز الرطوبي .
- ب - مراقبة الزمن ومعدل السريان السطحي عند نهاية الخط وإعادة استخدام ما يمكن استخدامه من هذه المياه مرة أخرى.

وتتناسب إنتظامية التوزيع مع نسبة التقدم فإذا كان الخط متسعاً بدرجة كافية تسمح بوصول المياه إلى الطرف الأسفل في زمن يعادل ربع زمن الري فإن هذه الإنتظامية قد تصل إلى ٩٠ - ٩٥٪ وفي كثير من الأحوال يتطلب ذلك عمالة كبيرة وقد يصل السريان السطحي إلى ٣٥٪ مما يقلل من كفاءة التطبيق - أما إذا أعيد استخدام مياه السريان السطحي فإن إنتظامية التوزيع قد تتساوى مع كفاءة التطبيق وتكون الحاجة إلى العمالة أقل ما يمكن.

والقياسات الحقلية التي يمكن عملها تتلخص في العمليات الآتية:

- أ - تحديد إنتظام عمق قطاع التربة في منطقة الجذور والعجز الرطوبي والمقارنة بينها وبين العجز الرطوبي المسموح.
 - ب - قياس التصرف في خطوط اختبار يمكن أن تختار بحيث تكون ذات ثلاثة أحجام : كبيرة وصغيرة ومتوسطة بالنسبة للمتوسط العام للحقل .
 - ج - قياس معدل التسرب اللحظي لأحد الخطوط المتوسطة الحجم عن طريق قياس المياه الداخلة والمياه الخارجة.
 - د - قياس معدل التقدم باستخدام أوتاد توضع ملاصقة للخطوط وعلى أبعاد ٢٠ - ٣٠ م قبل بداية الاختبار مع تسجيل الزمن الذي تصل فيه المياه إلى كل محطة لكل من الأحجام المختلفة للخطوط.
 - هـ - تحديد عمق التسرب والحركة الأفقية للمياه ودرجة كفاية الري .
 - و - تحديد درجة الإنجراف وارتفاع المياه إلى مناسيب أعلى من جوانب الخط بغرض تقدير الحجم الأفقي الذي يمكن استخدامه للخطوط.
 - ز - معاينة وتسجيل الظروف الطبيعية للخط من حيث الشكل والطول المبني والسطح وما إذا كان جديداً أو مستخدماً والميل والرطوبة والتشقق إلخ.
- والغرض الرئيسي من التقييم هو تعيين أنواع ومقادير الفوائد التي تحدث ثم تحديد كيفية تحسين النظام وطريقة تشغيله.

تتناسب إنتظامية التوزيع التي تصف الإنتظام في تسرب المياه على طول الخط مع نسبة التقدم كما تسمح كفاءة التطبيق الفعلية التي تحدد كمية المياه التي يمكن أن يستخدمها النبات بتحديد الفوائد الحقيقية والتي تتمثل في السريان السطحي والتسرب العميق.

والقيمة المرتفعة لنسبة التقدم والقيمة المنخفضة لإنتظامية التوزيع تشير إلى زيادة طول الخطوط والنقص في أبعاد الخط وزيادة النقص في العجز الرطوبي المسموح أو صغر المسافة بين الخطوط.

الري بالشرائح

يستخدم الري بالشرائح حيث تكون التربة والطبوغرافيا منتظمة بشكل معقول - تشتمل كل وحدة على شريحة ذات عرض مناسب وتكون مستوية في الاتجاه العمودي على اتجاه إنسياب المياه وتحاط الشريحة بحدين منخفضين بدرجة تسمح بإحتواء المنصرف من المياه وعندما تفتح المياه عند الطرف العلوي يكون معدل إنسيابها بما يسمح بعمق كافى لإنتشارها على كامل عرض الشريحة ويقلل مصدر المياه عندما يصل التقدم إلى (٠,٦ - ٠,٩) من كامل طول الشريحة حسب معدلات التسرب البطيء والتسرب السريع والذي يتوقف على نوعية التربة ويتم ري الجزء السفلي بالمياه المنصرفة أو الزائدة عن حاجة

الجزء العلوى وتفقد المياه بالتسرب العميق أو السريان السطحي من نهاية الشريحة إلا إذا كانت هذه النهاية محاطة بجسر واقى لا يسمح بتمريرها إلى المناطق المجاورة ومن الضروري أن يكون ميل الشرائح منتظما ومتدرجا .

والرى بالشرائح من النظم المعقدة والتي تحتاج إلى أقصى مستويات المهارة في الإدارة للوصول بها إلى درجة عالية من الكفاءة - وللوصول إلى مثل هذه الكفاءة يجب أن يكون التحكم في حجم المروى ومعدل التقدم بحيث تتناسب مع ظروف الإنحسار لتعطى بشكل تقريبي زمن إنتهاز متساوى عند بداية ونهاية الشريحة على أن يحدث ذلك لحظيا مع تعويض العجز الرطوبي وأيضا بما يكفى للوصول المياه إلى نقطة معينة عند قفل مصدر المياه بما يقلل من السريان السطحي.

التقييم بالمعاينة

- أ - تحديد ما إذا كانت الشرائح جافة بالقدر الكافى للبدء في عملية الري .
- ب - رسم منحنيات التقدم والإنحسار فإذا كانا متوازيين فإن ذلك يعنى أن إنتظامية الري جيدة .
- ج - تحديد النقطة التى يقفل عندها مصدر المياه والمسافة التى تقدمتها المياه على طول الشريحة بما يسمح بالوصول بهذه المياه إلى النهاية وبدون فواقد سريان سطحي مرتفعة .
- د - بعد إنتهاء عملية الري وأيضا بعد يومين من إتمامها يلزم التأكد من تعويض العجز الرطوبي.

التقييم بالقياس

تمثل طرق القياس الطرق التى سبق شرحها بالنسبة للرى بالخطوط . ويهدف تقييم الري بالشرائح إلى تعيين نوع ومقدار الفواقد والعائد الإقتصادى من تغيير النظام أو طريقة تشغيله - وتدرس الإدارة المعقدة للرى بالشرائح عن طريق تقنيين مختلفين .

- أ - باستخدام منحنيات الزمن الذى يستغرقه تحرك المياه مع المسافة من رأس الحقل.
- ب - باستخدام منحنيات عمق التسرب - المسافة.

ومن هذه المنحنيات يمكن تحديد الزمن الذى وصلت فيه المياه عند كل نقطة على طول الشريحة وكذلك الزمن الذى يفترض أن توجد المياه عنده وأيضا معرفة ما إذا كان الزمن والمسافة إلى القفل مناسبين وكذلك ما إذا كان طول الشريحة والعجز الرطوبى المسموح متناسبين وما إذا كان حجم المروى صحيحا وما إذا كان هناك تغيير فى معدل التسرب أو الإنحدار على طول الشريحة (من الأشكال الغريبة لمنحنيات التقدم والإنحسار) وكذلك التأثير الزمنى لتعديل حجم المروى والعجز الرطوبى المسموح وطول الشريحة.

الرى بالأحواض

قد تصل كفاءة التطبيق فى نظام الري بالأحواض الذى تحاط فيه مساحات مستوية من التربة المنتظمة النوعية بجسور ويطلق عليها كميات محددة من المياه إلى حوالى ٨٥% تحدها نسبة التقدم والإنحدار الفعلى لسطح الأرض ومدى إنتظاميته.

والنوع الوحيد من الفواقد فى هذه الحالة هو التسرب العميق ومع ذلك فإن كفاءة التطبيق تكون عمليا متدنية نظرا لأن الأراضي المنخفضة تستخدم كميات كبيرة من مياه الري لأن معدل التخزين بها يزيد بزيادة ما يصل إليها من المناطق المرتفعة فلكى تقل نسبة التقدم فإن زمن ملء الأحواض يكون قليلا بدرجة عالية للحصول على دقة فى الزمن الكلى بمعنى أن الخطأ لمدة دقيقتين فى زمن ملء مقداره

أما إذا أجريت العديد من التجارب فإن الأجدى تحويل البيانات الأساسية إلى معدلات لتسهيل عمليات المقارنة.

معامل الانتظامية

من الطرق المعروفة لتوضيح مدى الانتظام فى توزيع المياه بواسطة الرشاشات استخدام معامل الانتظامية والذى يمثل نمط إحصائى لما تم جمعه من المياه فى الأوعية المختلفة.

$$\text{معامل الانتظامية} = \frac{\text{متوسط المياه التى يتم جمعها فى الوعاء الواحد} - \text{متوسط الابتعاد عن المتوسط}}{100 \times \text{متوسط المياه التى يتم جمعها فى الوعاء الواحد}}$$

كفاءة التطبيق الحدية

تعطى كفاءة التطبيق الحدية مؤشرا عن القدرة التى يمكن أن ينشر بها نظام رى بالرش المياه تحت ظروف الإدارة المثلى مع إهمال الفواقد التى تحدث قبل وصول المياه إلى الرشاش وإعطاء ثمن (٨/١) المساحة مياه رى تقل عن احتياجاتها الفعلية وتحسب الفواقد بالبخر وزيادة سرعة الرياح وأى فواقد أخرى على أساس الفرق بين معدل التزويد بالمياه والمعدل الذى يتم الحصول عليه من المياه فى أوعية الاختبار ويكون فى العادة بين (٥ - ١٠ ٪) أما الفواقد بالتسرب ما قبل وصول المياه إلى الرشاش والتى يتسبب عنها عدم إحكام المواسير والمحابس إلخ فتقدر عادة بما يعادل (٣ - ٥ ٪).

كفاءة التطبيق الفعلية

يلزم لتحديد كفاءة التطبيق الفعلية معرفة كمية العجز الرطوبى حيث أنها تشكل أكبر عمق يمكن تخزينه من المياه فى قطاع التربة.

$$\text{كفاءة التطبيق الفعلية} = \frac{\text{متوسط المياه المتسرب والمختزن فى قطاع التربة}}{100 \times \text{متوسط عمق التزويد المياه}}$$

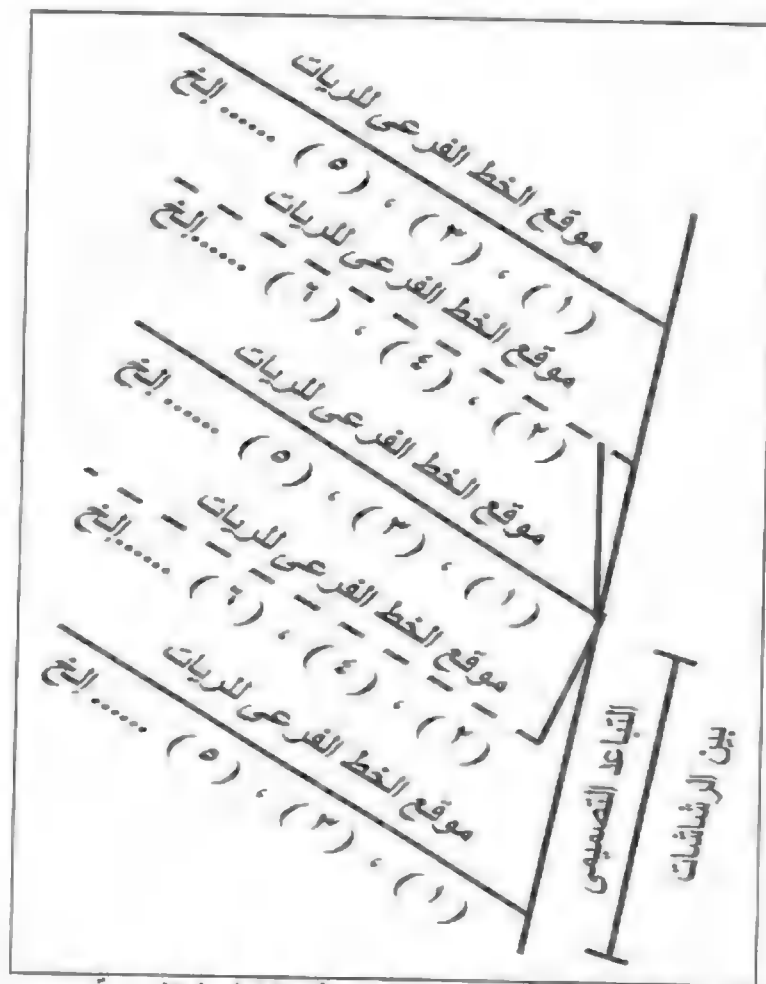
نظام الري بالرش المحورى

من الممكن أن تصل إنتظامية التوزيع فى نظام الري بالرش المحورى بسبب إستمرارية الحركة وتوزيع الرشاشات على طول الأنبوبة الرئيسية وإختلاف تصرفات هذه الرشاشات إلى ما يقرب (٩٠ ٪) وفى الخطوط الطولية التى تزيد عن ٣٠٠ متر يمكن أن يكون معدل المنصرف من المياه أكبر من معدل التسرب إلى باطن التربة حيث يتسبب عن ذلك بعض السريان السطحى كذلك فإنه على مستوى الحقول الكبيرة التى يكون الفارق فى المناسيب بين مختلف أجزائها كبيرا من الممكن أن يؤثر ذلك على الضغوط نسبيا ونظرا لأن النظام يدور حول محور ثابت لذلك فإن تأثير إختلاف سرعات الرياح يكون اقل ما يمكن وقد تزيد الفواقد بالبخر عن نظم الري بالرش التقليدية نظرا لإرتفاع منسوب الأنبوبة الرئيسية ومن ثم يمكن التوصية فى المناطق التى ترتفع درجة الحرارة بها نهارا بتشغيل النظام ليلا لتقليل الفاقد بالبخر . كذلك فإن البخر من سطح التربة قد يزيد فى هذا النظام عن النظم الأخرى نظرا لتعدد الريات وقصر الفترة الزمنية بينها ولا يمكن قياس العجز الرطوبى فى التربة كما هو معتاد لنفس هذا السبب وإذا كان تشغيل النظام مستمرا فإنه من الممكن إعطاء كميات من مياه الري تفوق إحتياجات النبات ونقل بذلك الكفاءة الحقيقية للنظام إلى مستويات متدنية .

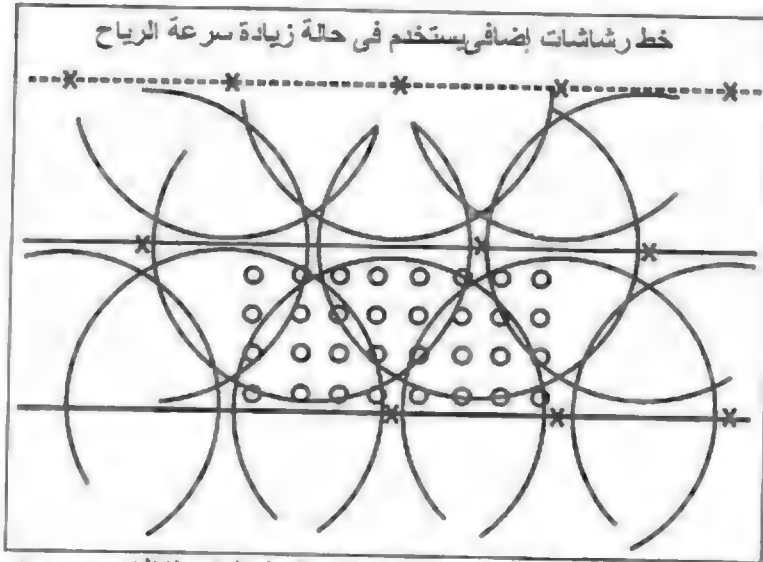
الري بالتنقيط

من المعتاد تشغيل نظم الري بالتنقيط يوميا خلال فترات أقصى إحتياجات بحيث تكون نسبة الرطوبة في مركز جذور النبات أعلى من السعة الحقلية بالنسبة لأنواع التربة المتوسطة والخفيفة ومن الممكن أن تكون إنتظامية التوزيع في حدود (٩٠ ٪) بشكل سريع مع إستخدام النظام والرقم الذي يعتبر متوسطا لكثير من الأنظمة وهو (٨٠ ٪) وقد تقل كفاءة التطبيق الفعلية عن هذا الرقم .

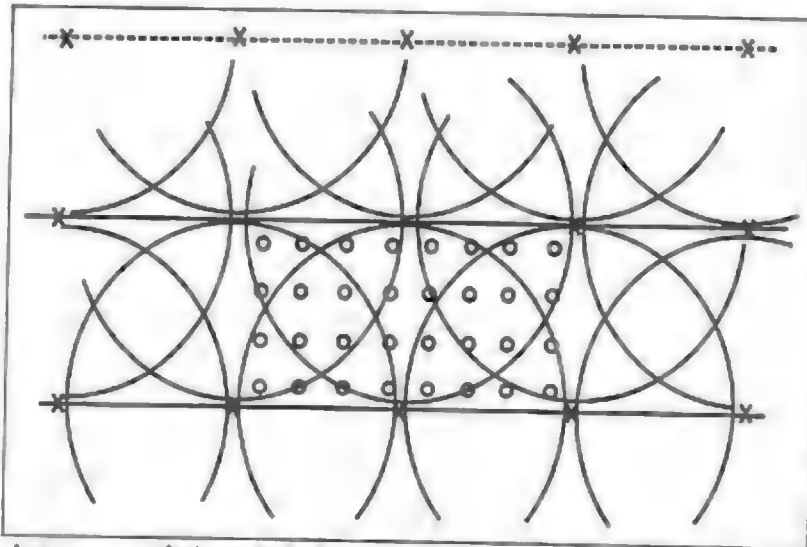
وحيث أنه من غير الممكن قياس العجز الرطوبي ولكن يتم تقديرها من حسابات البخر نتح لذلك فإن الإتجاه يكون دائما لإعطاء مياه أكثر من إحتياج النبات لضمان كفاية هذه المياه إلا أن مداومة هذه العملية تؤدي إلى حدوث فواقد بالتسرب العميق ومن الضروري في حالة نظم الري بالتنقيط مراجعة التقييم سنويا حيث تتدهور حالة هذه النظم بشكل سريع وبمداومة إستخدامها.



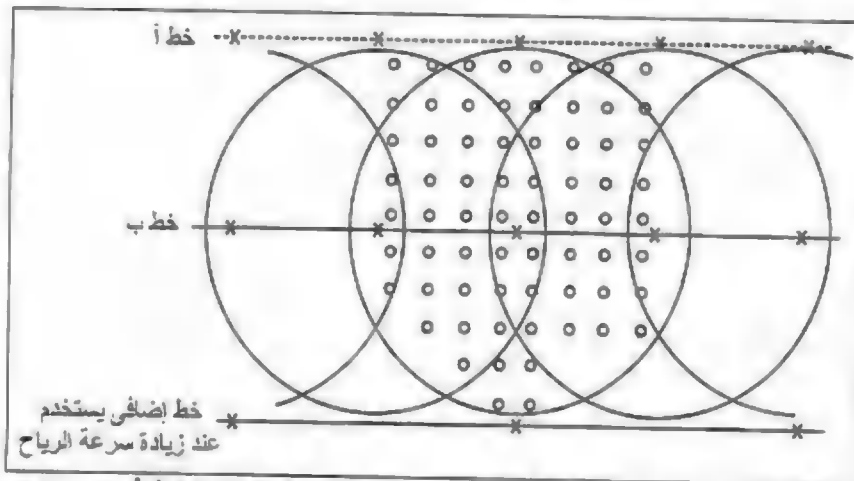
شكل رقم (٥٢-٣) تبادل مواقع الخطوط الفرعية



شكل رقم (٥٣-٣) مواقع أواني تجميع مياه الرشاشات لنظام مجمع (مثلث)



شكل رقم (٥٤-٣) مواقع أواني تجميع مياه الرشاشات لنظام مجمع (بلوك)



شكل رقم (٥٥-٣) مواقع أواني تجميع مياه الرشاشات لخط فرعى واحد

٥.٣.٢.٣ حساب تكاليف نظام الري

يعود الغرض من تركيب نظم الري إلى تحقيق عائد إقتصادي لما يتم إنفاقه من أموال لذلك فإنه من الضروري تحديد تكاليف كل عنصر من عناصر نظام الري وعند مقارنة التكاليف بالعائد أو الزيادة في الدخل يمكن معرفة الناتج الصافي لتركيب هذا النظام.

ومن المعتاد أن تحسب فقط التكاليف الأساسية للنظام إلا أن ذلك قد يكون مغايراً للحقيقة لأن هذه التكاليف الأساسية قد لا تشكل سوى ثلث (٣/١) التكاليف الكلية التي سنعرض فيما يلي دليل عن كيفية حسابها.

وقد يستخدم في هذا المثال معامل استعادة رأس المال والذي يشمل على الإستهلاك المباشر والفوائد على رأس المال في رقم واحد بمعنى أنه يمكن ضرب السعر الأساسي لأي معدة في هذا الرقم ومنه يمكن الحصول على تكاليف هذه المعدة في السنة الواحدة.

التكاليف الكلية للري

١ - التكاليف الثابتة : وتشمل جميع التكاليف التي ينفق فيها جزء من رأس المال بما في ذلك الضرائب والتأمينات الإجتماعية والإستهلاك السنوي للمعدات والفائدة على رأس المال المدفوع وتشمل التكاليف الثابتة العناصر الآتية :

أ - تكاليف توصيل المياه إلى المزرعة

- تكاليف الإنشاء وتشمل الترعة وخطوط المواسير ومحطات الضخ والآبار ... إلخ
- تكاليف التشغيل والصيانة.
- تكاليف المياه إن وجدت.

ب - تكاليف التوزيع

- تكاليف إنشاء الخط الرئيسي والخطوط الفرعية ومحطات الضخ ... إلخ
- تكاليف التركيب.
- تكاليف الطاقة.

ج - الضرائب والتأمينات الإجتماعية

٢ - كيفية حساب نسبة الإستهلاك السنوي للمعدات

يتناقص ثمن أي معدة بمرور الزمن وتعرضها للتدهور الناتج عن استمرار تشغيلها لذلك يلزم تخفيض ثمن المعدة عاماً بعد عام على مدى عمرها الافتراضي ويعادل ذلك إضافة احتياطي لإستبدال المعدة بأخرى جديدة عندما يصبح ذلك ضرورياً.

وهناك عدة طرق لحساب تكاليف الإستهلاك السنوى للمعدات ولكل من هذه الطرق مبرراته فى إثبات صحة خطواتها إلا أن تقدير العمر النافع لأى معدة مسألة تقبل الجدل الواسع ومن ثم فإن دقة حساب تكاليف الإستهلاك بشكل كبير مسألة تقبل الشك والمساءلة.

وفى الأحوال العادية تستخدم طريقة الخط المستقيم فى حساب معدلات الإستهلاك السنوى للمعدات الرأسمالية لسهولة حسابها وفهمها - وبناء عليه يخصم مبلغ محدد من ثمن المعدة سنويا ويشمل هذا الثمن تكاليف التركيب وبذلك فإن ثمن المعدة بعد إنتهاء العمر النافع لها سيقدر بقيمة ضئيلة قد لا تكون أكبر من الصفر بكثير.

إلا أن أى معدة يمكن أن تفقد جزءا كبيرا من قيمتها لأسباب أخرى غير عوامل الإستهلاك العادية مثل حدوث أصدام بها من أى معدة من معدات الحقل أو تعرض نوعية معينة من الأنابيب للمياه أو تربة عدوانية أو حتى لحدوث تطورات سريعة فى تكنولوجيا إنتاج بعض القطع أو العناصر مما يجعل العناصر القديمة عديمة الفائدة.

على سبيل المثال يؤخذ العمر الافتراضى للبئر على أنه عشرون عاما إلا أن الإنخفاض السريع فى منسوب المياه والتدهور السريع فى نوعيتها قد يؤدى إلى تدنى الإنتاجية أو زيادة الحاجة إلى تعميق البئر خلال فترة زمنية تقل كثيرا عن هذا العمر الافتراضى.

وكقاعدة عامة يفترض أن جميع الظروف ستتغير تغيرا معنويا خلال خمسين عاما لذلك لا يوجد إطلاقا ما يبرر إفتراض أن أى معدة يمكن أن تعمل لمدة زمنية أطول من هذه المدة ويبين الجدول رقم (١) العمر النافع لمجموعة من العناصر المختلفة لنظم الرى وحتى يمكن عمل التقديرات المبدئية لأى نظام فإن العمر النافع لأى عنصر يتراوح بشكل عام بين ١٠ - ١٥ سنة وتؤخذ النسبة المئوية للإستهلاك من رأس المال الكلى بحوالى ٨٪ سنويا.

٣ - أسعار الفائدة

من الممكن الحصول على قروض لشراء أى معدات خاصة بنظم الرى وتضاف أسعار الفائدة السائدة على ما يسدد من أقساط من هذه القروض وحتى إذا كان للمزارع القدرة على شراء أى آلات أو معدات نقدا فإن إستثمار هذه الأموال يفترض أن يعود عليه بفائدة نتيجة لهذا الإستثمار. وعند تحديد سعر الفائدة السنوى يلزم إختيار معدل مناسب - فإذا كان الشراء سيتم عن طريق الحصول على قرض خارجى فإن سعر الفائدة على هذا القرض يشكل إنفاقا يضاف على ثمن الشراء الحقيقى للمعدة أما إذا تم شراء آلة أو المعدة نقدا فإن سعر الفائدة السائد هو الأساس فى إحتساب السعر الكلى لهذه الآلة أو هذه المعدة.

وحيث أن سعر المعدة يقل عاما بعد عام لذلك فإن قيم الفائدة التى تدفع كل عام تتخفض تلقائيا مع مرور الزمن ولذلك يجب حساب المتوسط السنوى للفائدة على المعدات الإستثمارية على أساس القيمة المتوسطة لهذه المعدات خلال العمر النافع لها عوضا عن الرأسمال الإستثمارى الأصلى الكلى.

ومن أسهل الطرق لحساب متوسط عمر أى معدة هو إيجاد المتوسط الحسابى لرقمين هما : (أ) السعر الأصلى للمعدة ، (ب) قيمة المعدة عن إنتهاء عمرها النافع. فإذا كان ثمن نظام معين للرى عند الشراء هو (١٠٠٠٠) جنيه وثمان نفس النظام عند إنتهاء العمر الافتراضى هو (١٠٠٠) جنيه فإن القيمة المتوسطة للنظام تكون (٥٥٠٠) جنيه ($10000 + 1000$) / ٢ فإذا كان سعر الفائدة السائد هو ٦٪ مثلا فإن تكاليف الفائدة على هذه المعدات سيكون $5500 \times 6/100 = 330$ جنيه سنويا.

٤ - التكاليف السنوية الكلية

عند جمع الفائدة السنوية على تكاليف الإستهلاك تنتج التكاليف السنوية الكلية وهناك طريقة أفضل لحساب هذه التكاليف عن طريق مساواة التكاليف الكلية بالمبلغ الذى يمكن الحصول عليه إذا تم شراء معدة معينة بمبلغ معين على أساس العمر الإفتراضى المحدد لهذه المعدة ويعطى الجدول رقم (٢٢.٣) الأقساط السنوية المتوقعة لإستثمار أساس لوحدة المال لأسعار محددة من الفائدة وعدد محدد من السنوات ولحساب التكاليف الثابتة الكلية يلزم ضرب قيمة الأقساط السنوية المقابل لمعدل الفائدة المختار وعدد سنوات العمر النافع للمعدة فى السعر الأصلي لها.

■ - التشغيل والصيانة

تختلف تكاليف التشغيل والصيانة بشدة طبقا للكفاءة التى يمكن أن يتم بها تشغيل المعدات - فحتى يتم تشغيل العمالة بطريقة أكثر كفاءة فمن الضرورى التخطيط بحرص لكمية التحرك أمام وخلف وفى جميع الاتجاهات.

مع النظم الصغيرة قد يكون من الضرورى العودة إلى المضخة وقفلها قبل تحريك المواسير فى كل مرة وفى بعض الأحوال يكون تحريك المضخة نفسها ضروريا وفى النظم ذات الحجم الكبير يمكن قفل أحد المحابس أو بعضها لقطع المياه عن الخطوط الفرعية مع ترك المضخة فى حالة إداره. تعتبر البيانات الآتية ضرورية للتخطيط المبدئى لتقدير تكاليف التشغيل والصيانة السنوية.

أ - تحريك الخطوط الفرعية المتنقلة

- نظم التحريك باليد (٥,١) رجل ساعة / هكتار / رية وتعتمد على كثافة وإرتفاع المحصول وكفاءة العمال.
- النظم التى تتحرك على عجلات : ٠,٦ - ٠,٨ رجل ساعة / هكتار / رية على أراضى مستوية قابلة للحركة عليها عندما تكون مبتلة
- النظم المجرورة : ٠,٦ رجل ساعة / هكتار / رية للأراضى التى تسهل الحركة فوقها عندما تكون مبتلة.

ب - صيانة وإصلاح الرشاشات والنقاطات والمحابس والمواسير المتنقلة

تتراوح قيمة هذه الأعمال بين ٢ - ٧٪ من التكاليف الأصلية لكل منها سنويا وتكون أقل ما يمكن للنظم التى تنقل باليد حيث تنقل المواسير ويتم تخزينها بعناية وتكون أكبر ما يمكن للأنظمة المجرورة.

ج - تشغيل المضخات

يمكن إهمال هذه التكاليف للمضخات التى تدار بالكهرباء وتقدر بحوالى ١ رجل ساعة / يوم / للمضخات من الأنواع الأخرى.

د - تكاليف الطاقة

تعتبر تكاليف الطاقة من البنود الرئيسية وتحتسب بشكل تقريبي على أساس ٢,٤ - ٣,٧ حصان ميكانيكى ساعة للتر حسب نوع الآلة المستخدمة.

هـ تكاليف الشحومات والإصلاح للمضخات

لا تزيد هذه التكاليف عن ٥٪ فى السنة من الثمن الأصلي للمضخة بالنسبة للمضخات الكهربائية أما بالنسبة للمضخات الأخرى فتتراوح هذه القيمة بين ٢٠ - ٤٠ ٪ من التكاليف السنوية للوقود.

و - التكاليف الأخرى

من الممكن أن يكون هناك تكاليف أخرى بالإضافة إلى التكاليف السابق بيانها مثل الضرائب والتأمينات ويلزم فى هذه الحالة إضافة هذه التكاليف على تكاليف المعدات والآلات.

٦ - التكاليف التابعة (الإضافية)

لا تمثل التكاليف المباشرة السابق ذكرها التكاليف الإضافية التى تلزم لتحقيق الزيادة فى الإنتاج فعلى سبيل المثال عندما تكون المياه متاحة بوفرة فإن كميات أكبر من الأسمدة الكيميائية وروث البهائم سيصير إستخدامها للمحافظة على مستوى مرتفع من الإنتاجية وفى هذه الحالة فإن تكاليف العمالة اللازمة لوضعها تعتبر من التكاليف التابعة للرى كذلك فإن تكاليف العمالة والمعدات والمواد اللازمة للحصاد والعمليات المختلفة السابقة لبيع وتسويق هذا المحصول وكذلك تكاليف إبادة الحشرات والآفات يمكن أيضا أن ترتفع ويجب أن يتم تقدير هذه التكاليف بأقصى قدر من الواقعية.

٧ - فوائد الرى

يمكن تقدير فوائد الرى بطريقتين مختلفتين هما طريقة الإستثمار البسيط وطريقة التخطيط الحقلى الشامل.

جدول رقم (٣-٢٢)

مدة الإستهلاك لمختلف عناصر نظم الرى فى المناطق التى يمتد فيها موسم الرى لما بين ٦ - ١٢ شهرا

العنصر	مدى الإستهلاك (سنة)	مدة الإستهلاك (سنة)
الأبار	٥٠-٥	٢٥
المضخات	٢٠-٣	١٥
وحدات توليد الطاقة		
أ - المحركات الكهربائية	٣٠-١٠	٢٠
ب - المولدات الديزل	٢٠-١٠	١٥
ج - المولدات تبريد مياه	٢٠-٤	١٠
د - المولدات تبريد هواء	٦-٢	٤
الجرارات	١٥-٣	٨
المنشآت الخرسانية	٣٠-١٠	٢٠
المواسير الخرسانية	٣٠-١٠	٢٠
المواسير الزهر والأسبستوس	٥٠-٢٠	٣٥

العنصر	مدى الإستهلاك (سنة)	مدة الإستهلاك (سنة)
المواسير الصلب	٣٠-١٠	١٥
المواسير الألومنيوم	٢٠-٥	١٥
المواسير الصلب المجلفن	١٥-٥	١٠
المواسير البلاستيك		
أ - المدفونة	٥٠-١٠	٣٥
ب - المعرضة للشمس	٥-١	٣
الرشاشات	١٠-١	٧
المحابس	٢٠-٥	١٠
المحابس البروتزية	٥٠-٢٠	٣٥
النقاطات	٥-١	٣

جدول رقم (٢٣-٣)

معاملات إستعادة رأس المال الأقساط السنوية التي يمكن أن توفرها وحدة رأس المال

تعدد النافع التقديرى (سنة)	سعر الفائدة المركب (%)					
	٤	٤.٥	٥	٦	٧	٨
١	١.٠٤٠٠	١.٠٤٥٠	١.٠٥٠٠	١.٠٦٠٠	١.٠٧٠٠	١.٠٨٠٠
٢	٠.٥٣٠٢	٠.٥٣٤٠	٠.٥٣٧٨	٠.٥٤٥٤	٠.٥٥٣١	٠.٥٦٠٨
٣	٠.٣٦٠٤	٠.٣٦٣٨	٠.٣٦٧٢	٠.٣٧٤١	٠.٣٨١١	٠.٣٨٨٠
٤	٠.٢٧٥٥	٠.٢٧٨٧	٠.٢٨٢٠	٠.٢٨٨٦	٠.٢٩٥٢	٠.٣٠١٩
٥	٠.٢٢٤٦	٠.٢٢٧٨	٠.٢٣١٠	٠.٢٣٧٤	٠.٢٤٣٩	٠.٢٥٠٥
٦	٠.١٩٠٨	٠.١٩٣٩	٠.١٩٧٠	٠.٢٠٣٤	٠.٢٠٩٨	٠.٢١٦٣
٧	٠.١٦٦٦	٠.١٦٩٧	٠.١٧٢٨	٠.١٧٩١	٠.١٨٥٦	٠.١٩٢١
٨	٠.١٤٨٥	٠.١٥١٦	٠.١٥٤٧	٠.١٦١٠	٠.١٦٧٥	٠.١٧٤٠
٩	٠.١٣٤٥	٠.١٣٧٦	٠.١٤٠٧	٠.١٤٧٠	٠.١٥٣٥	٠.١٦٠١
١٠	٠.١٢٣٣	٠.١٢٦٥	٠.١٢٩٥	٠.١٣٥٩	٠.١٤٢٤	٠.١٤٩٠
١١	٠.١١٤٢	٠.١١٧٢	٠.١٢٠٤	٠.١٢٦٨	٠.١٣٣٤	٠.١٤٠١
١٢	٠.١٠٦٦	٠.١٠٩٧	٠.١١٢٨	٠.١١٩٣	٠.١٢٥٩	٠.١٣٢٧
١٣	٠.١٠٠١	٠.١٠٣٣	٠.١٠٦٥	٠.١١٣٠	٠.١١٩٧	٠.١٢٦٥
١٤	٠.٠٩٤٧	٠.٠٩٧٨	٠.١٠١٠	٠.١٠٧٦	٠.١١٤٣	٠.١٢١٣

سعر الفائدة المركب (%)						العمر النافع التقديرى (سنة)
٨	٧	٦	٥	٤,٥	٤	
٠,١١٦٨	٠,١٠٩٨	٠,١٠٣٠	٠,٠٩٦٣	٠,٠٩٨١	٠,٠٨٩٩	١٥
٠,١١٣٠	٠,١٠٥٩	٠,٠٩٩٠	٠,٠٩٢٣	٠,٠٨٩٠	٠,٠٨٥٨	١٦
٠,١٠٩٦	٠,١٠٢٤	٠,٠٩٢٤	٠,٠٨٨٧	٠,٠٨٥٤	٠,٠٨٢٢	١٧
٠,١٠٦٧	٠,٠٩٩٤	٠,٠٨٩٦	٠,٠٨٥٦	٠,٠٨٢٢	٠,٠٧٩٠	١٨
٠,١٠٤١	٠,٠٩٦٨		٠,٠٨٢٨	٠,٠٧٩٤	٠,٠٧٦١	١٩
٠,١٠١٩	٠,٠٩٤٤	٠,٠٨٧٢	٠,٠٨٠٢	٠,٠٧٦٩	٠,٠٧٣٦	٢٠
٠,٠٩٩٨	٠,٠٩٢٣	٠,٠٨٥٠	٠,٠٧٨٠	٠,٠٧٤٦	٠,٠٧١٣	٢١
٠,٠٩٨٠	٠,٠٩٠٤	٠,٠٨٣٠	٠,٠٧٦٠	٠,٠٧٢٦	٠,٠٦٩٢	٢٢
٠,٠٩٦٤	٠,٠٨٨٧	٠,٠٨١٣	٠,٠٧٤١	٠,٠٦٩٧	٠,٠٦٧٣	٢٣
٠,٠٩٥٠	٠,٠٨٧٢	٠,٠٧٩٧	٠,٠٧٢٥	٠,٠٦٩٠	٠,٠٦٥٦	٢٤
٠,٠٩٣٧	٠,٠٨٥٨	٠,٠٧٨٢	٠,٠٧١٠	٠,٠٦٧٤	٠,٠٦٤٠	٢٥
٠,٠٨٨٨	٠,٠٨٠٦	٠,٠٧٢٦	٠,٠٦٥٠	٠,٠٦١٤	٠,٠٥٧٨	٢٦
٠,٠٨٥٨	٠,٠٧٧٢	٠,٠٦٩٠	٠,٠٦١١	٠,٠٥٧٣	٠,٠٥٣٦	٢٧
٠,٠٨٢٩	٠,٠٧٥٠	٠,٠٦٦٠	٠,٠٥٨٢	٠,٠٥٤٣	٠,٠٥٠٥	٢٨
٠,٠٨٢٦	٠,٠٧٣٥	٠,٠٦٤٧	٠,٠٥٦٣	٠,٠٥٢٢	٠,٠٤٨٣	٢٩
٠,٠٨١٧	٠,٠٧٢٥	٠,٠٦٣٤	٠,٠٥٤٨	٠,٠٥٠٦	٠,٠٤٦٦	٣٠

سعر الفائدة المركب (%)						العمر النافع التقديرى (سنة)
٨	٧	٦	٥	٤,٥	٤	
٠,١١٦٨	٠,١٠٩٨	٠,١٠٣٠	٠,٠٩٦٣	٠,٠٩٨١	٠,٠٨٩٩	١٥
٠,١١٣٠	٠,١٠٥٩	٠,٠٩٩٠	٠,٠٩٢٣	٠,٠٨٩٠	٠,٠٨٥٨	١٦
٠,١٠٩٦	٠,١٠٢٤	٠,٠٩٢٤	٠,٠٨٨٧	٠,٠٨٥٤	٠,٠٨٢٢	١٧
٠,١٠٦٧	٠,٠٩٩٤	٠,٠٨٩٦	٠,٠٨٥٦	٠,٠٨٢٢	٠,٠٧٩٠	١٨
٠,١٠٤١	٠,٠٩٦٨		٠,٠٨٢٨	٠,٠٧٩٤	٠,٠٧٦١	١٩
٠,١٠١٩	٠,٠٩٤٤	٠,٠٨٧٢	٠,٠٨٠٢	٠,٠٧٦٩	٠,٠٧٣٦	٢٠
٠,٠٩٩٨	٠,٠٩٢٣	٠,٠٨٥٠	٠,٠٧٨٠	٠,٠٧٤٦	٠,٠٧١٣	٢١
٠,٠٩٨٠	٠,٠٩٠٤	٠,٠٨٣٠	٠,٠٧٦٠	٠,٠٧٢٦	٠,٠٦٩٢	٢٢
٠,٠٩٦٤	٠,٠٨٨٧	٠,٠٨١٣	٠,٠٧٤١	٠,٠٦٩٧	٠,٠٦٧٣	٢٣
٠,٠٩٥٠	٠,٠٨٧٢	٠,٠٧٩٧	٠,٠٧٢٥	٠,٠٦٩٠	٠,٠٦٥٦	٢٤
٠,٠٩٣٧	٠,٠٨٥٨	٠,٠٧٨٢	٠,٠٧١٠	٠,٠٦٧٤	٠,٠٦٤٠	٢٥
٠,٠٨٨٨	٠,٠٨٠٦	٠,٠٧٢٦	٠,٠٦٥٠	٠,٠٦١٤	٠,٠٥٧٨	٢٦
٠,٠٨٥٨	٠,٠٧٧٢	٠,٠٦٩٠	٠,٠٦١١	٠,٠٥٧٣	٠,٠٥٣٦	٢٧
٠,٠٨٣٩	٠,٠٧٥٠	٠,٠٦٦٠	٠,٠٥٨٣	٠,٠٥٤٣	٠,٠٥٠٥	٢٨
٠,٠٨٢٦	٠,٠٧٣٥	٠,٠٦٤٧	٠,٠٥٦٣	٠,٠٥٢٢	٠,٠٤٨٣	٢٩
٠,٠٨١٧	٠,٠٧٢٥	٠,٠٦٣٤	٠,٠٥٤٨	٠,٠٥٠٦	٠,٠٤٦٦	٣٠

الباب الرابع تنمية الموارد المائية

١-٤ نوعية المياه السطحية والتأثير على البيئة

الماء هو أحد عناصر الحياة الأساسية، وهو يشكل مع الهواء أهمية كبيرة في البيئة التي نعيش فيها. ومع كون الماء ضروريا في حد ذاته إلا أن أهميته تكمن في أنه عنصر لا بديل له في إنتاج الغذاء وفي التنمية الاقتصادية والصحة العامة. ويعتبر نهر النيل شريان الحياة في مصر لأنه المصدر الرئيسى لعدة إستخدامات منها الشرب والزراعة والصناعة والملاحة والسياحة وتوليد الكهرباء ... إلخ .

١-١-٤ التعاريف والمصطلحات الأساسية

المياه العذبة في مصر لها مصدران:

الأول : المياه التي تتواجد داخل الأراضي المصرية وتشمل مياه الأمطار ومياه السيول والمياه الجوفية في الصخور الجيرية والمياه الجوفية العميقة.
الثاني : المياه الدولية التي تأتي إلينا من مسافات بعيدة وتشاركنا فيها عدة دول، وهى أساسا حصتنا من مياه النيل والتي تمثل حوالى ٩٧٪ من موارد مصر المائية المتجددة.
وندره المياه العذبة سترداد مع الوقت ويتناقص نصيب الفرد منها خصوصا وأن زيادة السكان لا تسبب فقط النقص في كمية المياه بل تدهور نوعيتها مما يضاعف من نقص الكمية الصالحة للإستخدام الآمن.

حد الفقر المائى:

الحد الذى يصل عنده نصيب الفرد من المياه العذبة إلى حد معين يهدد معه كل مظاهر التنمية، وقد حدده الخبراء بحوالى ١٠٠٠ متر مكعب سنويا (Engelman and LeRoy 1994).

وتجدر الإشارة هنا إلى أن المعايير التي تحدد حد الفقر المائى هي معايير إسترشادية تخضع إلى عوامل مختلفة منها درجة الوعي والحالة الإقتصادية فقد تستطيع دولة متقدمة أن تتعايش مع نقص حاد في نصيب الفرد من الماء يقل عن ٥٠٠ متر مكعب سنويا، بينما لا تستطيع دولة نامية تعاني من مشاكل إجتماعية وإقتصادية أن تواجه أعباء التنمية بموارد مائية تصل إلى ١٠٠٠ متر مكعب سنويا.

نوعية المياه:

صلاحية المياه لإستعمالها في الري أو الشرب أو الصناعة.

المياه العادمة Wastewater :

هى المياه التي سبق إستخدامها أو الناتجة عن التجمعات السكانية أو الصناعية والتي تحتوى على مواد مذابة وعالقة وتتكون عادة من ٩٩,٩٪ مياه و ٠,١٪ فضلات.

مياه الصرف الصحى Sewage Wastewater :

هى مياه المجارى المنزلية أو المياه الناتجة عن التجمعات السكانية.

البيئة :

المحيط الحيوى الذى يشمل الكائنات الحية وما يحتويه من مواد وما يحيط به من هواء وماء وتربة وما يقيمه الإنسان من منشآت.

تلوث البيئة :

تغيير في خواص البيئة مما قد يؤدي بطريق مباشر أو غير مباشر إلى الإضرار بالكائنات الحية أو المنشآت.

تدهور البيئة:

التأثير على البيئة مما يقلل من قيمتها أو يشوه من طبيعتها البيئية أو يضر بالكائنات الحية.

الملوث :

هو كل مادة أو طاقة تعرض الإنسان للخطر أو يمكن أن تعرض صحة الإنسان للخطر أو تهدد سلامته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

حماية البيئة :

المحافظة على البيئة والإرتقاء بها ومنع تدهورها أو تلوثها أو الإقلال من هذا التلوث.

تقويم التأثير البيئي :

دراسة وتحليل الجدوى البيئية للمشروعات المقترحة التي قد تؤثر إقامتها أو ممارستها للنشاط على سلامة البيئة.

٢.١.٤ عناصر نوعية المياه :

تنقسم عناصر نوعية المياه إلى ثلاثة هي عناصر طبيعية وكيميائية وميكروبيولوجية، وفيما يلي تفصيل لهذه العناصر.

١.٢.١.٤ العناصر الطبيعية

- اللون والرائحة والطعم :

توصف المياه عادة بأنها عديمة اللون والرائحة والطعم.

- الحرارة :

يجب ألا تزيد درجة حرارة المياه عن ٢٥ م.

- العكارة Turbidity :

حالة الماء من حيث وجود مادة دقيقة علقته به ومنعت من مرور الضوء خلاله، وتقدر العكارة بقياس التداخل الضوئي لمرور أشعة الضوء خلال عينة من الماء ومقارنتها بعينات معيارية معلومة العكارة.

٢.٢.١.٤ العناصر الكيميائية

- التوصيل الكهربائي (Electrical Conductivity (EC) :

درجة التوصيل الكهربائي للأملاح في المياه، كلما زادت قيمتها دل على زيادة تركيز الأملاح، ويعبر عنها بالمليموز / سم أو ديسيمنز / متر، وتقدير قيمة التوصيل الكهربائي يساعد في تحديد نوعية المياه المستخدمة في الري وذلك لتحديد نوعية المحاصيل التي يمكن زراعتها.

- الأس الهيدروجيني PH :

اللوعار يتم السالب لتركيز أيون الأيدروجين ويعبر عن درجة الحموضة أو القلوية فى المياه.

$$PH = - \log_{10} (H^+)$$

ويكون المحلول متعادلا عند الأس الأيدروجيني ٧. وقيم الأس الأيدروجيني التى تزيد عن ٧ تدل على حالة القلوية والتى تقل عن ٧ تدل على حالة الحامضية والأس الأيدروجيني له أهميته حيث أن التأثير السام لبعض المواد يتغير تبعا للوسط الذى هو فيه.

- الكاتيونات :

أيونات تحمل شحنة كهربية موجبة وتشتمل على الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم.

الصوديوم ص⁺ :

أيون موجب أحادى الشحنة ، لذلك يسمى كاتيون أحادى. وهو من الكاتيونات الرئيسية فى الماء والتى توجد بتركيز عالى. وجميع أملاح الصوديوم لها درجة ذوبان عالية لذلك فإن وجودها فى الماء يسبب زيادة درجة التوصيل الكهربائى EC . ويتم تقدير الصوديوم بإستخدام طريقة الذهب الضوئى.

الكالسيوم كا⁺⁺ :

أيون موجب ثنائى الشحنة ، لذلك يسمى كاتيون ثنائى . وتختلف درجة ذوبان أملاح الكالسيوم من ملح إلى آخر. فدرجة ذوبان كبريتات الكالسيوم حوالى ٢ جم / لتر بينما تقل درجة ذوبان كربونات الكالسيوم لتصل إلى ٠,٠٠١ جم / لتر فى حين أن درجة ذوبان كلوريد الكالسيوم عالية ولكن يميل الكلورايد أحادى الشحنة السالبة إلى الإتحاد مع الصوديوم أحادى الشحنة الموجبة. ويتم تقدير الكالسيوم بإستخدام الجهاز الذرى لقياس العناصر أو بإستخدام طريقة المعايرة اللونية.

المغنسيوم مغ⁺⁺ :

أيون موجب ثنائى الشحنة لذلك يسمى كاتيون ثنائى . تزيد درجة ذوبان أملاحه وخاصة الكلورايد والكبريتات عن درجة ذوبان أملاح الكالسيوم. ويتم تقدير المغنسيوم بإستخدام الجهاز الذرى لقياس العناصر أو بطريقة المعايرة اللونية.

والعلاقة بين أملاح الصوديوم الأحادية وأملاح الكالسيوم والمغنسيوم الثنائية تحدد سلوك المياه من حيث القلوية أو التعادل ويتم تحديدها فى مصطلح النسبة المئوية للصوديوم المدمص.

ويعتبر الصوديوم هو العنصر الأساسى المؤثر على باقى الكاتيونات وللصوديوم تأثير سام على النبات والتركيب البنائى للتربة ونفاذية التربة وخاصة التربة الطينية.

- الأنيونات :

أيونات تحمل شحنة كهربية سالبة وتشتمل على الكلورايد والكبريتات والكربونات والبيكربونات.

الكورايد كل⁻ : أيون سالب أحادى الشحنة. لذلك يسمى أنيون أحادى. وجميع أملاح الكلوريدات درجة ذوبانها عالية ولذلك فإن الكلورايد له تأثير واضح في زيادة درجة الملوحة وهناك علاقة طردية بينهما بحيث إذا كانت قيمة EC عالية نجد أن تركيز الكلورايد عالى والعكس صحيح. ويتم تقديره باستخدام طريقة المعايرة اللونية .

الكبريتات كب⁻ : أنيون ثنائى الشحنة. وتختلف درجة ذوبان أملاحه حسب الشق الموجب فبينما ترتفع درجة ذوبان كبريتات الصوديوم والماغنسيوم نجد أن درجة ذوبان كبريتات الكالسيوم منخفضة (٢ جم / لتر). يتم تقدير هذا الأنيون باستخدام طريقة العكارة.

الكربونات ك⁻ : أنيون ثنائى الشحنة. ودرجة ذوبانه منخفضة جدا وخاصة مع أملاح الكالسيوم والماغنسيوم بينما تزيد درجة ذوبانه بالنسبة للصوديوم. ولذلك فوجوده عادة ما يكون بتركيزات قليلة، وتتركز خطورة الكربونات في وجود كربونات الصوديوم في المياه التى تسبب القلوية وترفع من قيمة رقم PH. ويمكن أن تتحول الكربونات إلى بيكربونات في وجود مياه وثانى أكسيد الكربون.

البيكربونات يدك⁻ : أنيون أحادى الشحنة وتزيد درجة ذوبانه عن الكربونات لذلك فهو يتواجد بصورة أكبر من الكربونات.

الأكسجين المذاب :

هو إصطلاح يدل على كمية الأكسجين المذابة فى الماء ويعبر عنه بالمليجرام / لتر. وبحساب تركيز الأكسجين يمكن توقع قيم إحتياجات الأكسجين الحيوى الممتص والأكسجين الكيماوى وصور النيتروجين المختلفة.

ويجب ألا يقل الأكسجين المذاب فى المياه السطحية العذبة عن ٥ ملليجرام / لتر وإلا يحدث ما يسمى بعفونة المياه.

القلوية :

إصطلاح يستعمل لتمثيل محتوى الكربونات والبيكربونات فى الماء. ويمثل تركيز الأملاح القلوية الذائبة فى المياه مثل كربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم.

الحامضية :

زيادة تركيز أيون الأيدروجين وحامض الكربونيك فى الماء.

العسر :

مقياس أملاح الكالسيوم والماغنسيوم (كربونات أو كبريتات أو كلوريدات) معبرا عنها كأجزاء من كربونات الكالسيوم فى مليون جزء من الماء ويستدل على وجود عسر الماء ظاهريا عند عدم ذوبان الصابون مع الماء (عدم حدوث فقائيع أو رغاوى). ويتم تقديره حسابيا.

- **المواد الذائبة الكلية TDS**
نسبة الأملاح الكلية القابلة للذوبان والتي توجد بتركيزات عالية ونسب ذوبانها عالية وهى خاصه بأملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغسيوم، وتقدر الكمية الموجودة فى حجم معين من المياه (جزء فى المليون) أو ملليجرام / لتر.
- **النسبة المئوية للصوديوم :**
نسبة كاتيونات الصوديوم الكلية إلى مجموع الكاتيونات الموجودة فى الماء مضروبا فى ١٠٠.
- **نسبة الصوديوم المدمص SAR :**
العلاقة بين الكاتيونات الأحادية (ص) والكاتيونات الثنائية (كا + مغ)، وكلما زادت هذه النسبة دل ذلك على الإتجاه نحو الصودية (زيادة الصوديوم) وهى تساوى
$$\frac{\sqrt{\frac{\text{كا} + \text{مغ}}{2}}}{\text{ص}}$$
 وهذه النسبة تحدد نوعية المياه المستخدمة للرى وخاصة فى رى أنواع معينة من الفواكه والمحاصيل.
- **النيتروجين :**
ويكون فى عدة صور :
الأمونيا NH₄ : الصورة المختزلة للنيتروجين حيث تسود فى الظروف اللاهوائية وتقاس بالملليجرام / لتر.
النيتريت NO₂ : وهى الحالة الوسيطة بين الأمونيا والنترات وتوجد عادة بتركيزات قليلة أو نادرة وتقاس بالملليجرام / لتر.
النترات NO₃ : وهى الصورة المؤكسدة للنيتروجين ويعبر عنها بالملليجرام / لتر.
وتعد النترات من أهم المركبات غير العضوية التى تضر بالبيئة وتركيزها فى مياه الصرف الزراعى عالى جدا نظرا لتسرب الكميات الزائدة من الأسمدة النيتروجينية التى تضاف إلى التربة فى مياه الصرف.
- **الفسفور :**
يوجد الفوسفور فى المياه الطبيعية ومياه مخلفات الصرف غالبا على صورة فوسفات وهذه الصورة توجد إما ذائبة فى المياه أو مترسبة على رواسب حبيبات التربة فى أجسام الكائنات الدقيقة الحية المائية.
- **وتتعدد مصادر الفوسفات فى المياه كما يلى :**
 - الأورثوفوسفات المستخدم فى الزراعة كسماد وهو يتواجد فى المياه السطحية ومياه الصرف.
 - الفوسفات المستخدم فى تنقية مياه الغلايات (صرف صناعى).

- الفوسفات العضوى الذى يتكون بواسطة العمليات البيولوجية وهذه الصورة من الفوسفات تتواجد فى مياه مخلفات الصرف من بقايا الطعام والمخلفات الصحية ، كذلك تتكون هذه الصورة العضوية للفوسفات من الأورثوفوسفات وذلك اثناء عملية معالجة المياه بيولوجيا.
- يتواجد الفوسفات أيضا فى رواسب القاع على الصورة العضوية التى تتحول من الصورة الغير عضوية.
- **البوتاسيوم :**
من العناصر الهامة المستخدمة فى التسميد للنبات ، ونقصه يؤثر على تأخير نمو الثمار للنبات.
- **الحديد :**
من الأيونات الموجبة التى توجد بتركيزات منخفضة نظرا لانخفاض درجة ذوبانها.
وتوجد صورتان للحديد تختلفان على حسب ظروف الأكسدة والاختزال وهما :
• حديدك ح +++ وهو الصورة المؤكسدة وغير ذائبة.
• حديدوز ح ++ وهو الصورة المختزلة وذائبة والتى تسود فى ظروف الاختزال (غياب الأكسجين).
- **الأكسجين الحيوى الممتص BOD :**
وهو كمية الأكسجين التى تحتاجها البكتريا لأكسدة المركبات العضوية وتحويلها إلى مواد غير عضوية فى مدة ٥ أيام ، وهو يعطى دلالة على مدى درجة تلوث المياه، ويعبر عنه بالمليجرام / لتر. وفى حالة وجود مركبات عضوية صعبة التحلل فإن مدة ٥ أيام تكون غير كافية وقد تصل إلى ٣ أسابيع.
- **الأكسجين الكيماوى المستهلك COD :**
وهو كمية الأكسجين اللازم لأكسدة المركبات الكيميائية ويعبر عنها بالمليجرام / لتر. وتتكون أساسا من البروتينات والكربوهيدرات فإذا حدث نوع من تصرف هذه المكونات إلى البيئة المائية المحيطة فإن تحللها الحيوى يؤدى إلى إستنزاف الأكسجين الذائب فى الماء مسببا بذلك ظروف عفونة بالماء.

٤-٢-٣ العناصر الميكروبيولوجية

- **البكتريا :**
تعتبر البكتريا أحد أفراد العناصر الميكروبيولوجية وهى أكثرها وجودا من ناحية العدد والجنس والنوع والنشاط، كما أنها أكثرها أهمية فى التغيرات الحيوية.
وتنقسم البكتريا إلى مجموعات على أساس البيئة الأيكولوجية، وهناك تقسيمات أخرى على حسب الشكل المورفولوجى ومصدر الطاقة والإحتياجات الغذائية، كما أن هناك تقسيمات للبكتريا المحبة للملوحة.
وتوجد أنواع كثيرة من البكتريا فى أمعاء الأشخاص الأصحاء، وهذه يفرزها جسم الإنسان مع الفضلات الأدمية. ووجود البكتريا من النوع الذى يسمى E-coli هو المؤشر الرئيسى للدلالة على تلوث المياه

بالفضلات الآدمية أو الصرف الصحى، وقد تصل أعدادها فى المياه غير المعالجة إلى $22 \times 10^6 / 100$ (سم³).

وتلوث المياه بهذه الكائنات الحية الدقيقة تسبب الكثير من الأمراض المعدية مثل التيفويد والكوليرا وبعض أمراض الجهاز الهضمى.

- الطحالب **Algae** :

تعتبر الطحالب من الكائنات الميكروبيولوجية وهى نباتات بسيطة التركيب وتتميز بإحتوائها على مادة الكلوروفيل ومواد ملونة أخرى. وتنقسم الطحالب عادة إلى أربع أنواع :

- . الطحالب الخضراء
- . الطحالب الخضراء المزرقّة
- . الدياتومات
- . الطحالب الخضراء المصفرة

وتؤثر الطحالب التى توجد بكثرة فى مياه النيل وفروعه على تشغيل وحدات تنقية المياه وخاصة المرشحات حيث تسبب سرعة إنسداد فجوات طبقات الرمل مما يستلزم معه غسيل المرشحات بصفة دائمة.

- الفيروسات :

هى كائنات حية دقيقة ممرضة ، لا ترى بالميكروسكوب الضوئى نظرا لصغر حجمها ولكن ترى بالميكروسكوب الإلكتروني. وهى تنقسم بالنسبة للعائل الذى تعيش عليه إلى :

- . فيروسات ممرضة للحيوانات
- . فيروسات ممرضة للنبات
- . فيروسات ممرضة للبكتيريا وتسمى بكتريوفاج Bacteriophage

وجميع الفيروسات ممرضة للإنسان. وتتميز الفيروسات بقدرتها على البقاء فى المياه وفى التربة. وتوجد كثير من العوامل التى تؤثر على قدرة الفيروسات على البقاء فى التربة وعلى المحاصيل « من بينها مستوى الحموضة أو القلوية (PH) « محتوى الرطوبة ودرجة الحرارة والتعرض لضوء الشمس ومحتوى المادة العضوية. وعادة ما تكون مدة بقاء الفيروسات فى التربة أطول من بقائها على المحاصيل.

وتعد عملية المعالجة الثانوية للمياه التى تقترن بإضافة الكلور كافية للتخلص تماما من الفيروس من مياه الصرف الصحى.

- الفطريات **Fungi** :

تعتبر الفطريات من العناصر الميكروبيولوجية لكنها أكبر حجما من البكتيريا « وتتأثر الفطريات بدرجة PH وغالبا ما تكون محبة للحموضة.

البروتوزوا Protozoa :

هي كائنات حية دقيقة حيوانية وحيدة الخلية لا ترى إلا بالميكروسكوب. وتوجد تقريبا في كل مكان لكنها تكثر بوجه خاص في المياه وتنقسم البروتوزوا إلى أربعة أقسام طبقا لحركتها.

- أنواع متحركة بواسطة الأرجل الكاذبة ، وتوجد عادة في البرك.
- أنواع متحركة بواسطة الأسواط ، وتوجد في المياه العذبة والتربة.
- أنواع متحركة بواسطة الأهداب.
- أنواع متحركة جرثومية.

٣-١-٤ مصادر وأسباب تلوث المياه السطحية

تتزايد كميات النفايات السائلة المتولدة من مختلف الأنشطة في مصر من عام لآخر من جراء زيادة الكميات المستهلكة على المستوى القومى سواء لإرتفاع مستوى المعيشة والتحضر وزيادة الوعي الصحى بالإضافة إلى زيادة أعداد المصانع فضلا عن إمداد القرى المصرية بمياه الشرب ومؤدى ذلك زيادة التصرفات التى يجرى التخلص منها فى :

- ١ - الشبكات العمومية للصرف الصحى ومنها إلى محطات المعالجة
- ٢ - المصارف
- ٣ - نهر النيل والترع
- ٤ - الأراضى
- ٥ - البحيرات

وفيما يلى مصادر التلوث

١-٣-١-٤ التلوث من الصناعة

تحتوى مياه الصرف الصناعى على كثير من الملوثات العضوية وغير العضوية وتتباين نوعية مياه الصرف الصناعى من حيث محتواها من الملوثات طبقا لنوعية الصناعة المتولدة عنها. وتعتبر أهم مصادر التلوث الصناعى العناصر الدقيقة والمعادن الثقيلة فى النفايات السائلة الصناعية مثل : الكاديوم ، الكروم ، الزئبق ، النحاس ، الرصاص ، الزنك.

وبالإضافة إلى هذه العناصر فإن مياه الصرف الصناعى عادة ما تحتوى على نسبة يعتد بها من الأحماض والزيوت والشحومات . والمكونات العضوية مثل البولى كلورينيد بايعينولات (PCBs) والبولى سايكليك أروماتيك هيدروكربونات (PAHs) . وبالنسبة للمياه التى تتولد عن محطات توليد القوى الكهربائية ومياه التبريد الصناعية ، فهى مياه تطبيق خالية من الملوثات العضوية وغير عضوية.

٢-٣-١-٤ التلوث من الزراعة

مياه الصرف الزراعى لن تكون بنفس النوعية التى كانت عليها عندما سحبت للرى حيث ستكون محملة بالأملاح والأسمدة والمبيدات من الأراضى الزراعية بل وربما تحمل الفضلات السائلة لمياه الصرف الصحى ومياه صرف المصانع غير المعالجة التى يتم التخلص منها بهذه المصارف ولو وضع تصور لحجم المشكلة لابد من إستعراض موقف هذه الملوثات.

الأملاح

إن مياه الري مهما كانت ذات جودة عالية فإنها تحتوى ولو على نسبة ضئيلة من الأملاح كما يبدو من تحليل مياه الري والتي تعنى أن كل متر مكعب من مياه النيل يحتوى على حوالى ٢٥٠ جرام من الملح وبالتالي فإن إستخدام ٥٠٠٠ متر مكعب منها لرى فدان واحد فى السنة يعنى إضافة ١٢٥٠ كيلوجراما من الملح لنفس الفدان. وهذا يعنى أن رى ألف فدان وصرف المياه الزائدة وما بها من أملاح إلى أى مجرى مائى تعنى إعادة ١٢٥٠ طنا من الملح لهذا المجرى كل عام.

الأسمدة

تتميز الأراضي المصرية بندرة المادة العضوية وبالتالي العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات ويتم تعويض ذلك بإضافة الأسمدة النتروجينية والفوسفورية والأسمدة البليدية.

ورغبة فى زيادة الإنتاج الزراعى يغالى الفلاحون فى إستخدام الأسمدة وقد ثبت أن ٥٠٪ على الأقل من الأسمدة المضافة لا تستفيد منها المحاصيل وتغسل مع مياه الري وتنقل إلى مياه الصرف والمياه الجوفية وتشير البيانات المختلفة إلى زيادة كبيرة فى النترات عقب عمليات التسميد وبتتبع حركة النترات وجد أنها تؤثر إلى عمق قد يصل إلى حوالى ١٠ أمتار تحت السطح.

المبيدات

هى مواد عالية السمية يتم رشها لمقاومة الحشرات وأمراض النبات ولذلك يهتم الفلاحون برش محاصيلهم ربما عدة مرات فى مراحل نمو النبات المختلفة والخطورة ليست فى أن جزءا منها يتسرب فى مياه المصارف والمياه الجوفية فحسب ولكن فى كونها تلتصق بحبيبات التربة ويمتد تأثيرها لفترات زمنية طويلة حتى بعد توقف الرش والأخطر من ذلك أن كميات من المبيدات تصل إلى المجارى المائية نتيجة غسل أدوات الرش بعد الإنتهاء من العمل فى مياه الترعى والمصارف كما أن الهواء قد يطيح بالمبيدات أثناء الرش إلى المجارى المائية خصوصا إذا تم الرش بالطائرات كل ذلك يهدد حياة الإنسان والحيوان بل والثروة السمكية.

وتنقسم المبيدات إلى مبيدات حشرية (تعتبر بصفة عامة أكثر سمية) ، مبيدات حشائش ، مبيدات ديدان (المستخدمة فى إبادة ديدان القطن) ومبيدات فطريات وبكتريا.

المياه العادمة غير المعالجة

يترتب على التوسع الزراعى إنشاء عشرات من القرى والمدن الصغيرة النائية والتي تزود غالبا بوسائل بدائية لتجميع ومعالجة مياه الصرف الصحى وتتسرب المياه الغير معالجة من خزانات التحليل لتلوث المياه الجوفية وتنقل إليها البكتريا والميكروبات والجراثيم التى تسير مع حركة المياه الجوفية إلى المجارى المائية.

ولعل الأخطر من ذلك أنه مع إمتلاء هذه الخزانات يتم كسحها وإلقاء ما بها فى المجارى المائية خصوصا المصارف وعندما تصب هذه المصارف فى جسم مائى مثل نهر النيل أو الترعى تكون هناك خطورة كبيرة على الصحة العامة.

٣-٣-١-٤ التلوث من الصرف الصحى

معدلات إستهلاك المياه فى زيادة مستمرة للإستعمال المنزلى والصناعى وقد أدى ذلك إلى زيادة مياه الصرف الصحى وحيث أن صرف المياه لحوالى ٢٣٪ من سكان المدن ، ٧٤٪ من سكان القرى لا

يخضع لأي نظام صرف صحي بالإضافة إلى إلقاء هذه المياه في المصارف الزراعية دون معالجة وما تحتويه من ملوثات عضوية وكم هائل من البكتيريا و الفيروسات لذلك فإن هذه المياه تعتبر من اكبر مصادر التلوث للمجارى المائية.

وتحتوى مياه الصرف الصحي الخام على المسببات الرئيسية للأمراض (جراثيم - فيروسات - طفيليات - ديدان) وتعتبر مجموعة بكتيريا القولون Coliforms من الدلائل البيولوجية الهامة التى تستخدم كدليل على تلوث المياه بمخلفات الصرف الصحي ويرجع ذلك إلا أن هذه البكتيريا تتواجد بصورة طبيعية فى أمعاء الإنسان والحيوان وتتواجد مع البراز بنسبة عالية ، وبالتالي فإن وجودها فى الماء يعنى تلوث هذا الماء بالبراز الأدمى والحيوانى وما يحمله ذلك من مخاطر صحية للإنسان والحيوان من حيث إنتقال الأمراض وإنتشارها.

ومن ضمن ملوثات الصرف الصحي أيضا الآتى:

- المواد الصلبة

وهى عبارة عن المواد العالقة والمواد الذائبة - المواد العالقة منها ما هو قابل للترسيب السريع أو البطيء ومنها ما هو غير قابل للترسيب.

وترجع أهمية المواد العالقة بأنها تعتبر المكان المثالى الذى يحدث عليه إدمصاص المواد الكيماوية والكائنات الدقيقة فيؤدى ذلك إلى زيادة تركيزها وتراكمها وسرعة تفاعلها ، كما يتسبب وجود المواد العضوية العالقة بمياه الصرف الصحي إلى خلق بيئة لا هوائية وإنتاج روائح كريهة للمياه.

- الأمونيا والنترات

تعتبر الأمونيا والنترات من أهم الملوثات التى تأتى عن طريق مخلفات الصرف الصحي وفى وجود الأكسجين تتأكسد الأمونيا إلى نتريت. وتعتبر الأمونيا والنترات من دلائل التلوث الهامة التى تكشف عن قدم أو حداثة هذا التلوث فعندما تكون الأمونيا بتركيزات مرتفعة فى موقع ما وفى نفس الوقت يكون تركيز النترات منخفض فهذا يعنى أن الموقع يتعرض لتلوث حديث ومتجدد والعكس يعنى أن الموقع تلوثه قديم.

- الفسفور

ويلاحظ إرتفاع نسبة الفوسفور عامة بمياه الصرف الصحي عما كانت عليه سابقا وذلك لكثرة إستخدام المنظفات الصناعية بالأنشطة المنزلية والصناعية. ويعتبر وجود الفوسفات فى المياه من العوامل المحددة لنمو الطحالب والنباتات المائية.

- الأكسجين الحيوى الممتص BOD

تعتبر قيمة الأكسجين الحيوى الممتص من الدلائل الهامة لتلوث المياه بالمواد العضوية حيث يعتمد تحليلها الطبيعى بالبكتيريا على ما تستهلكه تلك البكتيريا من أكسجين وبالتالي فإن قياس قيمة الأكسجين المستهلك بواسطة البكتيريا يعبر عن مدى تلوث المياه بالمواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجى.

٤-٣-١-٤ التلوث من المصادر الغير مركزية

بالإضافة إلى مصادر التلوث المركزية السابق ذكرها وهى الزراعة والصناعة والصرف الصحي كذلك توجد أيضا مصادر أخرى للتلوث غير مركزية وهذه المصادر هى البعيدة عن المراقبة بل والتى من الصعب حصرها ومنها على سبيل المثال:

- الرشح من خزانات التحليل فى القرى إلى المجارى المائية أو كسح هذه الخزانات بواسطة الأفراد وإلقاء ما بها فى المجارى المائية.
- الإلقاء بالقمامة والفضلات المنزلية على حواف الترع والمصارف.
- إلقاء البيض الفاسد من مفرخات الدواجن أو الدواجن المريضة أو النافقة فى المجارى المائية.

٤-١-٤ تأثير التلوث على البيئة

٤-١-٤-١ تأثير الملوثات على الإنسان

قد يتسبب التلوث بمياه الصرف الصحى على إدخال العديد من الأمراض المعوية الجرثومية والطفيلية. ومن أكثر الجراثيم إنتشاراً فى المياه الملوثة بكتريا السلمونيلا (Salamonella) والشيجلة (Shigella) والأستريكية القولونية (Sherisha Coli) والكوليرا.

ووجود المادة العضوية الناتجة عن تلوث الصرف الصحى قد يتسبب فى وجود وزيادة الطحالب بالماء وهذا غير مقبول حيث قد تتسبب عنه مشكلات تتعلق بالطعم والرائحة والكثير من انواع الطحالب تفرز زيوتاً عندما تتحلل خلاياها الميتة وهذه الزيوت تضى روائح نمطية على المياه وعكارة. علاوة على أن نمو الطحالب والكائنات الأخرى يؤثر على صيانة وتشغيل محطات معالجة المياه.

أما التلوث بالمخلفات الصناعية الغير معالجة والناتج عنه زيادة تركيزات العناصر الدقيقة والثقيلة قد تسبب للإنسان أمراض خطيرة قاتلة. ويتسبب التلوث الزراعى فى حدوث كثير من المشاكل والأمراض فعلى سبيل المثال : يؤدى إرتفاع تركيز الأملاح الذائبة بالمياه فى تكوين حصوات الكلى وزيادة أيون الصوديوم يسبب أمراض القلب والشرابين.

أما العناصر السامة التى تصل إلى المياه السطحية والجوفية فتعتبر مواد سامة وخاصة النترات إذا زادت نسبة تركيزها فى مياه الشرب عن ١٠ جزء فى المليون وكذلك قد يؤدى التلوث بالمبيدات ومنها الهيدروكربونات وسداسى الكلوربنزول إلى إصابات خطيرة. كذلك يوجد تأثير غير مباشر للمياه الملوثة وذلك فيما يتعلق بالمكونات والخصائص الجمالية التى تؤثر على صلاحية المياه للشرب أو الأغراض المنزلية أو الصناعية وهى اللون والطعم والرائحة وعسرة المياه.

٤-١-٤-٢ تأثير الملوثات على المكونات والخصائص الجمالية للمياه

عسرة الماء

عسرة الماء قياس تقليدى لقدرة الماء على التفاعل مع الصابون إذ يتطلب الماء العسر مقداراً كبيراً من الصابون لإنتاج رغوة. ويعزى تقشر مواسير الماء الساخن وغيرها من الأدوات المنزلية إلى الماء العسر ويتسبب عسر الماء من الأيونات الفلزية متعددة التكافؤ الذائبة فيه. والأيونات الأساسية المسببة للعسرة فى الماء العذب هى الكالسيوم والمغنسيوم.

المصادر الطبيعية للعسرة فى الماء هى الصخور الرسوبية وعادة ما ينشأ الماء العسر بالأراضى التى بها تكوينات من الحجر الجيري. والمياه الجوفية أعسر بوجه عام من المياه السطحية.

والمصدران الصناعيان الرئيسيان للعسرة هما الصناعة الكيميائية اللاعضوية وصناعة التعدين وتستعمل أكاسيد الكالسيوم فى صناعات الورق وتكرير النفط والدباغة. وكذلك يستعمل المغنسيوم فى عمليات شتى فى صناعة النسيج والخزف والأدوية.

كبريتيد الهيدروجين

كبريتيد الهيدروجين غاز سام سريع الإلتهاب له رائحة مميزة كالبيض الفاسد. كبريتيد الهيدروجين وكذلك كبريتيدات القلوية والفلزات الأرضية القلوية الذائبة فى الماء وأملاح الكبريتيدات الذائبة تتفكك فى الماء إلى أيونات كبريتيد التى تتفاعل مع أيونات الهيدروجين لتكون أيون كبريتيد الهيدروجين ويوجد الكبريتيد بشكل طبيعى فى الخامات المعدنية ورواسب الفحم. والكبريتيدات موجودة كذلك فى النفايات الصناعية من النفط والمصانع والبتر وكيميائية ومصانع الكيماويات والغاز والورق والمدابغ.

كما تتولد الكبريتيدات عن الجراثيم المختزلة للمركبات. ويمكن أن يكون نمو الجراثيم المختزلة للكبريتيدات فى شبكات التوزيع سببا رئيسيا لمشكلات تتعلق بالطعم والرائحة فى مياه الشرب.

الأكسجين الذائب

يتمثل التأثير الرئيسى للأكسجين الذائب فى الماء على تفاعلات الأكسدة والإختزال التى تشمل الحديد والمنجنيز والنحاس والمركبات التى تحتوى على نتروجين وكبريت وكثيرا ما يؤدى إستنفاد مستوى الأكسجين الذائب إلى أقل من ٨٠٪ من التشبع إلى تغير طعم الماء ورائحته ولونه وكثيرا ما تصاحب إستنفاد الأكسجين فى مياه الشرب مشكلات أخرى فى الظروف اللاهوائية كثيرا ما يحدث إختزال جرثومى للنترات إلى نترت وكذلك الكبريتات إلى كبريتيد مما ينشأ عنه مشكلات تتعلق بالرائحة.

٤-١-٣-٤ تأثير الملوثات على النباتات والتربة

(١) أثر تركيز الأملاح على إمتصاص النبات للماء

عندما يرتفع تركيز الأملاح فى المحلول الأرضى يرتفع أيضا الضغط الأسموزى لهذا المحلول ويؤدى إرتفاع الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى إلى ضعف قدرة النبات على إمتصاص حاجته من الماء من هذا المحلول وقد لاحظ كثير من الباحثين نقص النتج فى النبات بزيادة تركيز الأملاح فى البيئة التى تنمو فيها هذه النباتات. ونتيجة لذلك أعتبرت الأتربة الملحية ماثلة للأتربة العطشى وتعانى النباتات النامية فيها من نقص الماء.

ونستنتج من ذلك أن قدرة النبات على أمتصاص الماء الملقى تنخفض نتيجة لإرتفاع ضغطه الإسموزى ولكن هذه القدرة قد نقصت أيضا لأسباب أخرى فجنود النبات يقل نموها بإستخدام ماء ملهى والجذور هى وسيلة النبات فى إمتصاص الماء كذلك إن وزن الأوراق قد ينخفض وإنخفاض وزن الأوراق يخفض مساحتها وبالتالي عدد الثغور التى يمر الماء المسموح خلالها فنقص النتج لا يعزى لإرتفاع تركيز الأملاح فقط بل أيضا إلى نقص المجموع الجذرى الذى يمتص الماء ونقص وزن الأوراق التى تنتج هذا الماء .

(٢) الأثر النوعى للكاتيونات والأنيونات

تختلف الكاتيونات والأنيونات فى مدى الضرر الذى تسببه للنبات وهو ما يطلق عليه التأثير النوعى لها . وقد أتضح أن أملاح العناصر الثقيلة مثل كلورور النحاس وكلورور الزئبق شديدة الضرر بالنبات بينما أملاح الكالسيوم فى التركيزات العادية قليلة الضرر .

وكما يختلف أثر الكاتيونات كذلك تختلف الأنيونات فى تأثيرها المباشر على نمو النباتات ومن اشد الأنيونات ضررا بالنبات الكربونات والبيكربونات.

(٣) العناصر النادرة الثقيلة

عندما تزداد نسبة تواجدها بالأراضى المروية تتزايد بالتالى تركيزها فى النبات مما يؤثر على نمو النبات والعمليات الفسيولوجية ومن أهم هذه العناصر الزنك والكاديوم والرصاص .

(٤) المواد العضوية

إن إستخدام المياه المحملة بنسبة مرتفعة من المواد العضوية سيؤدى إلى إرتفاع نسبة الكربون إلى الأزوت فى الأرض لأكثر من ١ : ٤٠ وبالتالى إتاحة نسبة أكبر للأزوت وزيادة نسبة الأزوت الممتص وزيادة النمو الخضرى على حساب الثمار .

بالإضافة إلى أن المواد العضوية قد تسبب إنسدادا فى مسام التربة فى الطبقات السطحية مما يتسبب فى وجود ظروف لاهوائية تساعد بعض أنواع من البكتريا من إختزال بعض العناصر المغذية للنبات لتصبح فى صور غير صالحة للإمتصاص وإلى حدوث تغدق وروائح كريهة بالتربة .

فى حالة سيادة أيون الصوديوم فبالنالى تزيد نسبة الصوديوم المتبادل على حبيبات الطينة وإرتفاع نسبة الصوديوم المتبادل يكسب التربة صفات الطينة الرديئة مثل تفرق الحبيبات عند نقص الأملاح الذائبة . مما يؤدى إلى سد المسام الكبرى للتربة بهذه الحبيبات الدقيقة وبطء نفاذ الماء من سطح التربة إلى باطنها وسوء تهويتها. وينتج عن ذلك أن التربة الصودية بيئة غير مناسبة للنشاط الحيوى سواء كان ذلك النشاط تكاثر الكائنات الأرضية الدقيقة أو نمو الجذور .

٤-٤-١-٤ تأثير الملوثات على الحيوانات والأسماك

تؤثر الملوثات كذلك على الحيوانات كما سبق ذكره وحيث أن بعض الملوثات مثل العناصر الثقيلة وبعض المركبات الكربونية المستخدمة كمبيدات لا يتم هضمها بل تخزن فى كبد وأنسجة الحيوان واللبن وقد تصل بعد ذلك إلى الإنسان عن طريق أكل اللحوم وشرب اللبن.

وقد يؤدى وجود الملوثات بتركيزات أعلى من الحدود المسموح بها إلى تدمير مواقع تكاثر الأسماك وتقريخه وإهلاك الأعشاب المرجانية والحيوانات الصدفية التى تتغذى عليها الأسماك وكذلك زيادة تركيز المواد السامة والمعادن الثقيلة فى الأسماك والتى تنتقل بالتالى إلى الإنسان.

٥-١-٤ مراقبة نوعية المياه

يتطرق هذا الباب أساسا لعرض جمع عينات المياه ولكن نظرا لتأثير نوعية المياه على التربة والنبات فقد تناول هذا الباب وصف مختصر لجمع عينات التربة والنبات.

(أولا) : جمع عينات المياه

١-٥-١-٤ غرض أخذ العينات والمراقبة

لعمل أى مسح بيئى لابد من دراسة وإختبار نوعية المياه ويتم ذلك عن طريق تصميم برامج متكاملة تعرف ببرامج مراقبة نوعية المياه (Water Quality Monitoring Programs).

وتصميم هذه البرامج يشمل الأسس والخطوات الأساسية التالية حيث تعتبر عملية جمع عينات المياه من الخطوات الأساسية لهذه البرامج. ومن المتصور أنه من الممكن الحصول بسهولة على عينة مياه ممثلة من نهر أو بحيرة أو أى مصدر مائى إلا أن كثيرا من مصادر المياه بها تغيرات مكانية وزمانية بحيث يصبح أخذ عينة مياه ممثلة عملية معقدة وينبغى العناية بأخذ العينات لضمان تمثيلها للماء المطلوب فحصه وتفادى حدوث أى تلوث طارئ قد يؤثر على نتائج ودقة التحاليل المعملية.

ولذلك من الضروري إتباع الآتى:

- إتباع الأسس والمعايير القياسية لجمع العينات.
- تدريب القائمين بجمع العينات.
- وصف دقيق لموقع العينة وتاريخ وميعاد جمعها.
- وصف طبيعة المصدر المائى.
- وصف العوامل البيئية المحيطة.

وتشمل برامج جمع عينات المياه النقاط التالية :

- (١) تحديد مكان أخذ العينة.
- (٢) طريقة أخذ العينة والأجهزة المطلوبة.
- (٣) حجم وعدد العينات الممثلة.
- (٤) وصف العينات وصفا دقيقا.
- (٥) نقل العينات إلى المعامل.
- (٦) برامج وقوانين ضمان الجودة.

٤-١-٥-٢ تحديد مكان وزمان أخذ العينة

يتم تحديد مواقع وفترات أخذ العينات عند تصميم شبكة القياسات المطلوبة لأى دراسة أو مشروع ويتوقف ذلك على الغرض من الدراسة وكذلك على التغيرات الزمانية والمكانية للمصادر المائية وأسبابها. أما بالنسبة لتحديد مكان أخذ العينة من الموقع المحدد فهى مسئولية المشرف على الأعمال الحقلية ومن المهم أخذ العينات من نفس المكان بالضبط كل مرة. ومن هنا كان من الضروري عند أول زيارة حقلية وصف كل نقطة قياس وعلى وجه التحديد مكان العينة وصفا دقيقا.

فعند جمع العينات مباشرة من نهر أو جدول أو بحيرة أو مستودع أو نبع أو بئر ضحلة لتحقيق الهدف فى الحصول على عينة ممثلة للماء المطلوب فحصه، لا يستحب أخذ العينة من مكان قريب جدا من الضفاف أو من الرواسب قرب القاع ، كما ينبغى تحاشى مناطق الركود. وفى حالة جمع العينات من طرد محطات الطلمبات تؤخذ العينة أثناء تشغيل وحدات الطرد.

وتختلف نوعية المياه من نقطة إلى أخرى فى نفس المستوى بالقطاع المائى كما تختلف باختلاف العمق أسفل سطح المياه ويتطابق متوسط ملوحة عينات المياه المأخوذة من أماكن متعددة من القطاع مع ملوحة المياه فى منتصف المجرى وعلى عمق متر بالنسبة للمجارى المائية العميقة أما بالنسبة للمجارى المائية الضحلة فيكون على عمق ٠,٥٠ م.

ولأخذ عينة ممثلة من المجارى المائية الكبيرة أو الأنهار من المفضل أن تكون عينة مركبة من عدة أماكن رأسية بعرض المجرى وكلما زاد عدد العينات أصبحت العينة المركبة أكثر تمثيلا للمجرى.

ويراعى عند جمع العينات إتباع الإرشادات العامة التالية :

- مراعاة أن تكون عينات المياه خالية من الشوائب وأوراق الشجر.
- جمع العينة من إتجاه سريان المياه.
- جمع كمية كافية تسمح بعمل مكررات وإجراء عمليات المراقبة والتحليل المطلوبة.
- عند أخذ عينات من مياه خام فى مناطق يتوطن بها البلهارسيا ، ينبغى إرتداء قفازات صامدة للماء لتجنب الإتصال المباشر بالماء.
- رصد بيانات دقيقة عن الظروف البيئية المحيطة والمشاكل.

بالنسبة لجمع العينات من الآبار عن طريق المضخات اليدوية والميكانيكية ، ينبغى ألا تشغيل المضخة لطرد الماء الراكد من شبكة المواسير قبل أخذ العينة. وفى حالة أخذ العينات للتحاليل البيولوجية ينبغى تطهير فوهة المضخة بالنار إن أمكن ، ويفضل أن يكون ذلك بواسطة مصباح أو مشعل غازى . ثم تضخ كمية أخرى من الماء قبل أخذ العينة بترك الماء يتدفق من المضخة مباشرة إلى القارورة.

٤-١-٥-٣ حجم العينات وعدد العينات الممثلة

تستخدم لحفظ العينات ونقلها إما أوعية زجاجية أو أوعية مصنوعة من البلاستيك ويتوقف نوع الوعاء المستخدم على التحاليل المطلوبة فمثلا فى حالة تقدير المعادن الثقيلة أو العناصر الدقيقة يستبعد إستخدام الأوعية المصنوعة من أنواع معينة من البلاستيك .

ويتراوح حجم العينة ما بين ٥٠ مللى إلى عدد من اللترات ويتوقف ذلك على نوعية التحاليل وعدد العناصر المطلوب تحليلها وعدد المكررات. ويتم بالمعامل تحديد أحجام العينات اللازمة لتحليل كل عنصر ولا بد أن تكون مجهزة ومدرجة بجدول معينة بالمعامل . وبالتالي عند جمع العينة وطبقا لكشف البيانات المرفق والموضح به العناصر المطلوب تحليلها يتم تحديد حجم العينة.

ويراعى عند ملئ الزجاجات ترك فراغ حوالى ١٪ من حجم الوعاء لإحتمال تمدد العينات أثناء التخزين . وفى حالة جمع عينات تحتوى على مركبات عضوية يراعى ترك نصف الوعاء فارغا لأحتواء الغازات الناتجة عن تحلل المركبات العضوية .

عند تصميم برامج القياس أو مراقبة نوعية المياه يقوم المحللون الأخصائيون بتحديد عدد العينات الممثلة لكل موقع وعدد المكررات من كل عينة وذلك طبقا لبرامج ضبط الجودة والتأكد من دقة المكان والعمق وذلك بتكرار جمع العينة بنفس الطريقة ومن نفس المكان عدة مرات .

٤-١-٥-٤ طرق جمع العينات من المجارى المائية والأجهزة المطلوبة

١- العينة الفردية Grab sample

- وهى إما عينة منفردة تؤخذ من مكان محدد وعلى عمق معين وفى زمن محدد وهى غالبا تؤخذ من فم الترعى أو مصبات المصارف أو مصبات مخلفات الصرف الصناعى.

- أو عينة فردية مركبة من العينات متساوية الأحجام تؤخذ من أعماق مختلفة من مكان معين بالقطاع المائى وفى زمن محدد ومن الممكن جمع العينة المركبة بواسطة جهاز جمع العينات بإمراره فى مكان واحد على الأعماق المطلوبة.

٢- العينة المركبة Composite sample

وغالبا تؤخذ العينات المركبة من المجارى المائية الصغيرة. ويمكن الحصول عليها إما بخلط أحجام متساوية من عينات فردية يتم تجميعها على فترات زمنية متتالية من مجرى مائى أو من مص أو طرد ظلمبات رفع. أو خلط أحجام متساوية من عينات على فترات زمنية متتالية تتناسب إما عكسيا أو طرديا مع تدفق المياه.

٣- العينة التكاملية Depth integrated sample

خلط أحجام متساوية من عدة عينات يتم جمعها من أعماق ثابتة سابق تحديدها من نقط مختلفة بعرض المجرى المائى وغالبا يبدأ جمع العينة على بعد ٦٠ سم من سطح الماء وحتى إرتفاع ٦٠ سم من قاع المجرى ومن الصعب جمع هذا النوع من العينات فى المجارى المائية الضحلة نظرا لتعذر وجود الأعماق المطلوبة.

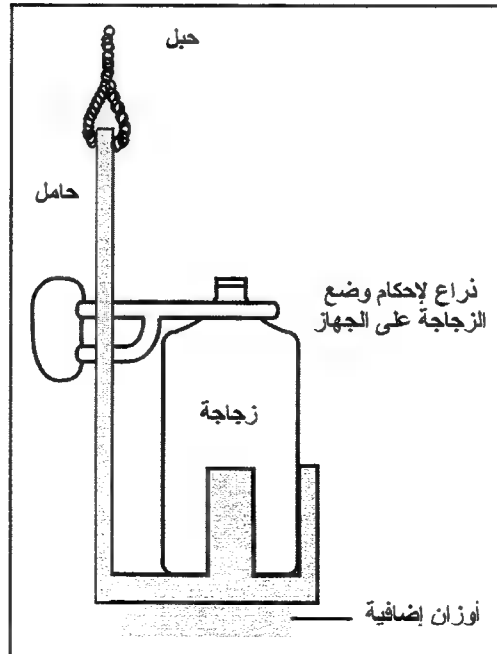
أجهزة جمع العينات

توجد أنواع عديدة مختلفة من الأجهزة الحقلية لجمع العينات سواء الفردية أو المركبة وفيما يلى عرض لبعض منها :

١- جامع العينات الحديدى (Sampling Iron).

عبارة عن حامل من الحديد المطلى بمادة مانعة للصدأ به حيز لحمل زجاجات جمع العينات قد تختلف فى الحجم لتصل سعتها إلى (٣) لتر ويبلغ وزن الجهاز حوالى ٢,٧ كجم ومن الممكن زيادة الوزن بتثبيت أثقال إضافية لضمان الحفاظ على الجهاز فى وضع رأسى تماما بالماء وخاصة فى وجود التيارات المائية الشديدة.

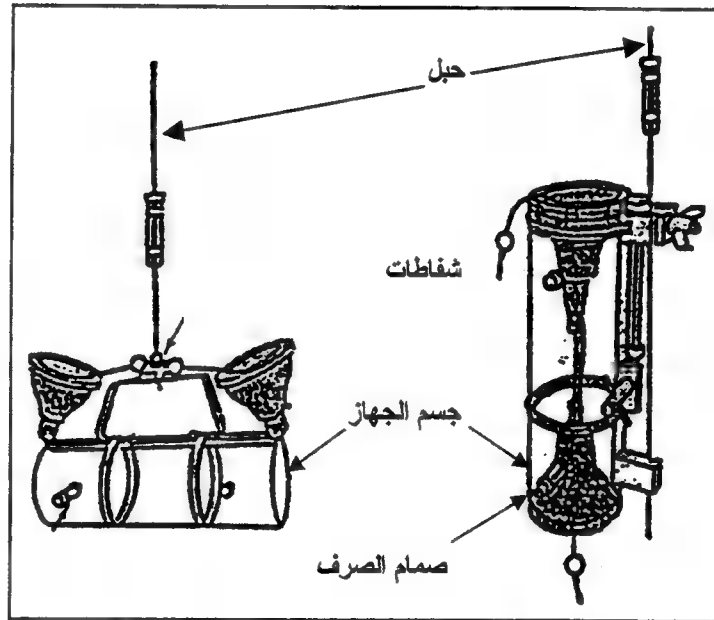
ويمكن إستخدام هذا الجهاز فى جمع عينات تكاملية بوضعه عند العمق المطلوب ثم سحبه بمعدل ثابت حتى تمتلئ الزجاجة عند وصولها إلى سطح الماء (شكل رقم ١-٤).



شكل رقم (١-٤)

٢- جامع العينات الإسطوانى (Van Dorn Bottle)

صمم هذا الجهاز لجمع العينات على عمق متر أو أكثر والجهاز الموضح فى الشكل مصنوع من أنواع معينة من البلاستيك ليس لها تأثيرات على المكونات الكيميائية للمياه لذلك فهو يستخدم فى جمع العينات المستخدمة فى تحليل العناصر الثقيلة والنادرة والجهاز مزود بشفطات للملأ وبصمام صرف لتفريغ العينة والجهاز إما أفقى الجسم ويستخدم عند جمع العينات القريبة من القاع فى مناطق تداخل المياه مع الرواسب أو من المجارى المائية الضحلة ، وإما رأسى لجمع العينات من أعماق مختلفة ، وقد يستخدم الجهاز فى جمع عينات يصل حجمها إلى ١٦ لتر (شكل رقم ٢-٤).



شكل رقم (٢-٤) Van Dorn bottle

٣- جامع العينات الرأسى (Kemmerer sampler)

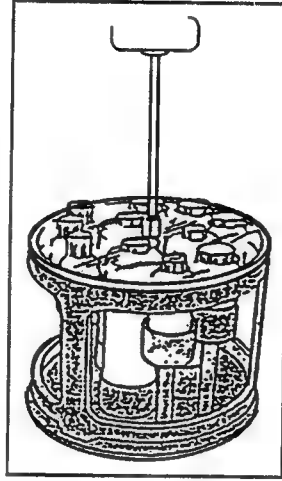
يعتبر من أقدم أجهزة جمع العينات ويستخدم عند جمع العينات من أعماق متر أو أكثر والجهاز الموضح بالشكل (٣-٤) إما مصنوع من النحاس أو النحاس المطلى بالنيكل أو من أنواع معينة من البلاستيك لجمع العينات الخاصة بالعناصر الدقيقة وسعة الجهاز تتراوح من ٥ - ٨ لتر.



شكل رقم (٣-٤) Kemmerer sampler

٤- جامع العينات المضاعف (Multiple Sampler)

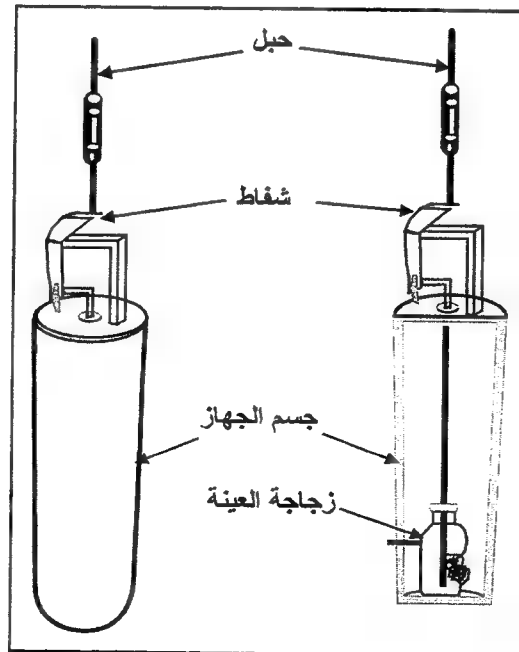
يستخدم هذا الجهاز للحصول على عدة عينات في وقت واحد بأحجام متساوية أو مختلفة. كل عينة يتم تجميعها في زجاجة منفصلة. ممكن أن يستوعب الجهاز أحجام وأعداد مختلفة من الزجاجات طبقاً للغرض من التحليل، ويتم ذلك بتغيير أحجام وأطوال وفتحة الزجاجات شكل (٤-٤) .



شكل رقم (٤-٤) Multiple Sampler

٥- جامع العينات للأكسجين الذائب Dissolved Oxygen Sampler

يستخدم هذا الجهاز في جمع عينات للتحاليل البيولوجية وعلى وجه الخصوص لتقدير كمية الأكسجين الذائب في المياه شكل (٥-٤) ويتم جمع العينة عن طريق فتحة ضيقة بالجهاز متصلة بأنبوبة محكمة بغطاء زجاجة العينة وذلك لتفادي وصول الهواء إلى الجهاز أو الزجاجات وإختلاط العينة بالأكسجين الهوائى.



شكل رقم (٥-٤) Dissolved Oxygen Sampler

٤.١.٥.٥ وصف العينات

يرفق بكل عينة رقم الزجاجاة والبيان الخاص بها ويحتوى هذا البيان على رقم العينة - الرقم الكودى المعمل - موقع وتاريخ وميعاد أخذ العينة ونوعية التحاليل المعملية المطلوبة سواء طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية ثم العناصر المطلوب تحليلها.

بالإضافة إلى ذلك يتم بكراسة الحقل رصد رقم الزجاجاة ثم وصف العينة وصف كامل من حيث الخواص الطبيعية وأى تغير ملحوظ بالمصدر المائى وأى ظروف بيئية محيطة به.

٤.١.٥.٦ حفظ العينات ونقلها إلى المعامل

تحتاج بعض التحاليل المعملية إلى إضافة مواد كيميائية معينة إلى العينة بمجرد جمعها فلا بد من مراعاة ذلك. وكذلك مراعاة إحكام أغطية الزجاجات جيدا خاصة بالنسبة للتحاليل البيولوجية أما بالنسبة للتحاليل العضوية فيراعى أيضا إحكام أغطية الزجاجات برقائق الألومنيوم لمنع تسرب الغازات.

تصنف العينات إلى مجاميع حسب نوعية التحاليل المطلوبة ويتم تجميعها فى صناديق لنقلها إلى المعامل. وحيث أنه من الممكن حدوث بعض التغيرات الطبيعية والتفاعلات الكيميائية والبيولوجية للعينات أثناء تخزينها أو نقلها وبالتالي تصبح العينات غير ممثلة نوعيا للمصدر المائى " يمكن تلافى ذلك بحفظ العينات بعيدة عن الضوء وفى درجات حرارة منخفضة ما بين ٤ - ١٠ وخاصة بالنسبة للتحاليل البيولوجية إلا أنه بعض التحاليل النادرة تتطلب حفظ العينة بدرجة حرارة تحت الصفر.

وبالتالى لابد أن تكون صناديق النقل مجهزة بوسائل تبريد ويراعى أن تكون غير قابلة للكسر أو الرشح. وتنقل العينات مباشرة إلى المعامل حيث أنه يفضل أن يتم تحليل العينات بسرعة كلما أمكن بحيث لا تزيد مدة حفظها خارج المعامل عن ٢٤ ساعة .

٤.١.٥.٧ برامج وقوانين الجودة لجمع عينات المياه

تستلزم الدراسات البيئية على وجه الخصوص التأكد من دقة وصحة البيانات المستخدمة فى عرض النتائج ، ويتم ذلك عن طريق وضع وتطبيق برامج ضمان الجودة والتي تبدأ من برامج القياسات الحقلية الشاملة شاملة جمع عينات المياه حتى تحليل البيانات وعرض النتائج ولكل دراسة أو مشروع برامج ضمان الجودة التى يتم ضبطها وتعديلها طبقا لظروف العمل إلا أنه توجد بعض القواعد العامة لبرامج القياسات الحقلية وخاصة جمع العينات وأهمها التالى :

(أولا) الإرشادات الحقلية

تعتبر أول خطوة أساسية لبرامج جمع العينات هى إعداد دليل حقلى أو ميدانى يشمل طرق ووسائل جمع العينات « الأوانى المستخدمة ، عدد وحجم العينات والإضافات الكيميائية اللازمة لبعض التحاليل » طرق حفظها ونقلها إلى المعامل ، برامج ضمان الجودة ويتم إعداد الدليل بواسطة فريق العمل الحقلى بمساعدة الأخصائيين بالمعامل التى تقوم بالتحاليل.

وعلى القائمين بجمع العينات إتباع إرشادات هذا الدليل خطوة بخطوة وبمنتهى الدقة .

- يراعى حفظ الأجهزة والمعدات الحقلية المستخدمة فى جمع العينات بطرق سليمة ونظيفة والمداومة على صيانتها وتسجيل أى إصلاح تم لأى جهاز حقلى.

- تتم غالبا بعض القياسات في الحقل على عينات المياه قبل نقلها إلى المعامل كقياس درجة تركيز الأملاح أو الملوحة والقلوية وفي هذه الحالة يجب تجنب إجراء هذه القياسات على العينات التي تنقل الي المعمل بل يجب ان تتم علي عينات إضافية .
- جمع العينات في الزجاجات الخاصة بذلك واستبعاد استخدام أي أوعية أخرى وخاصة الزجاجات الفارغة التي سبق استخدامها في أغراض معملية أخرى مع التأكد من النظافة التامة للزجاجات قبل إستخدامها .
- عند كسر غطاء أي زجاجة تستبعد الزجاجاة نهائيا من الإستخدام .
- لتفادي تلوث العينات لابد من مراعاة نظافة أيدي القائمين بجمع العينات والإمتناع عن التدخين أثناء العمل والحفاظ على بيئة ومكان نظيف لتجهيز العينات.
- مراعاة إرشادات تصنيف وحفظ العينات ونقلها إلى المعامل بأقصى سرعة مع مراعاة الحفاظ على أماكن العينات بالسيارة نظيفة لتفادي أي عمليات تلوث.

برامج المراقبة

بالإضافة إلى الإرشادات الحقلية السابق ذكرها تشمل برامج مراقبة ضمان الجودة تطبيقات عملية أهمها :

- أخذ عينات مكررة لإختبار التغيرات الكيميائية بالعينات أثناء النقل والتخزين ونتيجة للتلوث عن طريق الزجاجات أو مرشحات أو أجهزة جمع العينات أو تداولها . وكذلك يساعد أخذ العينات المكررة على إكتشاف أخطاء عشوائية قد تحدث أثناء عملية جمع العينات. وتجهز العينة المكررة بتقسيم العينة بعد جمعها من المكررات المطلوبة.
- عند التجهيزات للزيارات الحقلية تقوم المعامل بتجهيز زجاجات مملوءة بالماء المقطر ترسل إلى التحليل مع الزجاجات الفارغة بنسبة ١ : ١٠ وتعاد مرة أخرى إلى المعامل ليتم تحليلها مع العينات الفعلية وكذلك لإختبار درجة نظافة الزجاجات.
- تكرر نفس الطريقة السابقة مع أجهزة جمع العينات بإمرار ماء مقطر بالجهاز قبل إستعماله ثم يرسل هذا الماء إلى المعامل مع العينات للتحليل.
- في حالة ضرورة ترشيح عينات بالحقل قبل نقلها إلى المعامل تغسل ورقة الترشيح أولا بمواد كيميائية معينة للتخلص من أي شوائب ثم بالماء المقطر ثم تنقل إلى الحقل مع الزجاجات الفارغة.
- لتفادي إستبدال زجاجات العينات يتم في الحقل بعض القياسات على جزء من العينة قبل ملئها بالزجاجة ثم يتم نفس القياس مرة أخرى بالمعمل وبففس الجهاز.

(ثانيا) جمع العينات من المادة الرسوبية (Sediment)

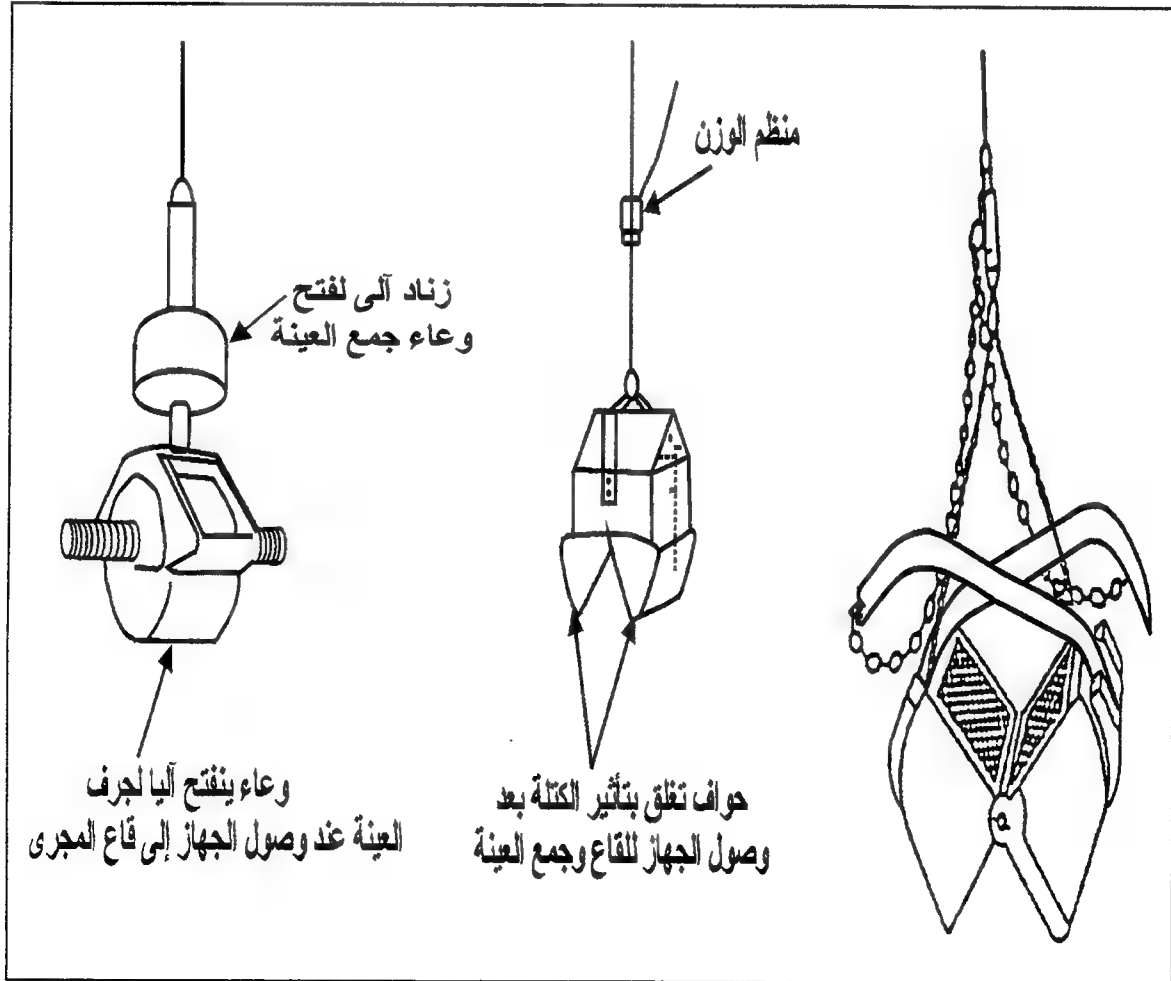
لإستكمال البيانات الخاصة بتلوث المياه لابد أيضا من دراسة محتوى المواد الرسوبية من هذه الملوثات حيث أن العديد من الملوثات وخاصة العناصر الدقيقة وبعض الكيماويات العضوية تمتص على حبيبات التربة وبعد فترات ممكن ذوبانها مرة أخرى فى مياه المجرى المائى وعند جمع العينات من قاع أو حواف المجارى المائية يتم تحديد موقع العينة طبقا للدراسة المطلوبة وطبقا لبرامج العمل وتنقسم طريقة أخذ العينة إلى :

١ - العينة الفردية Grab Sample

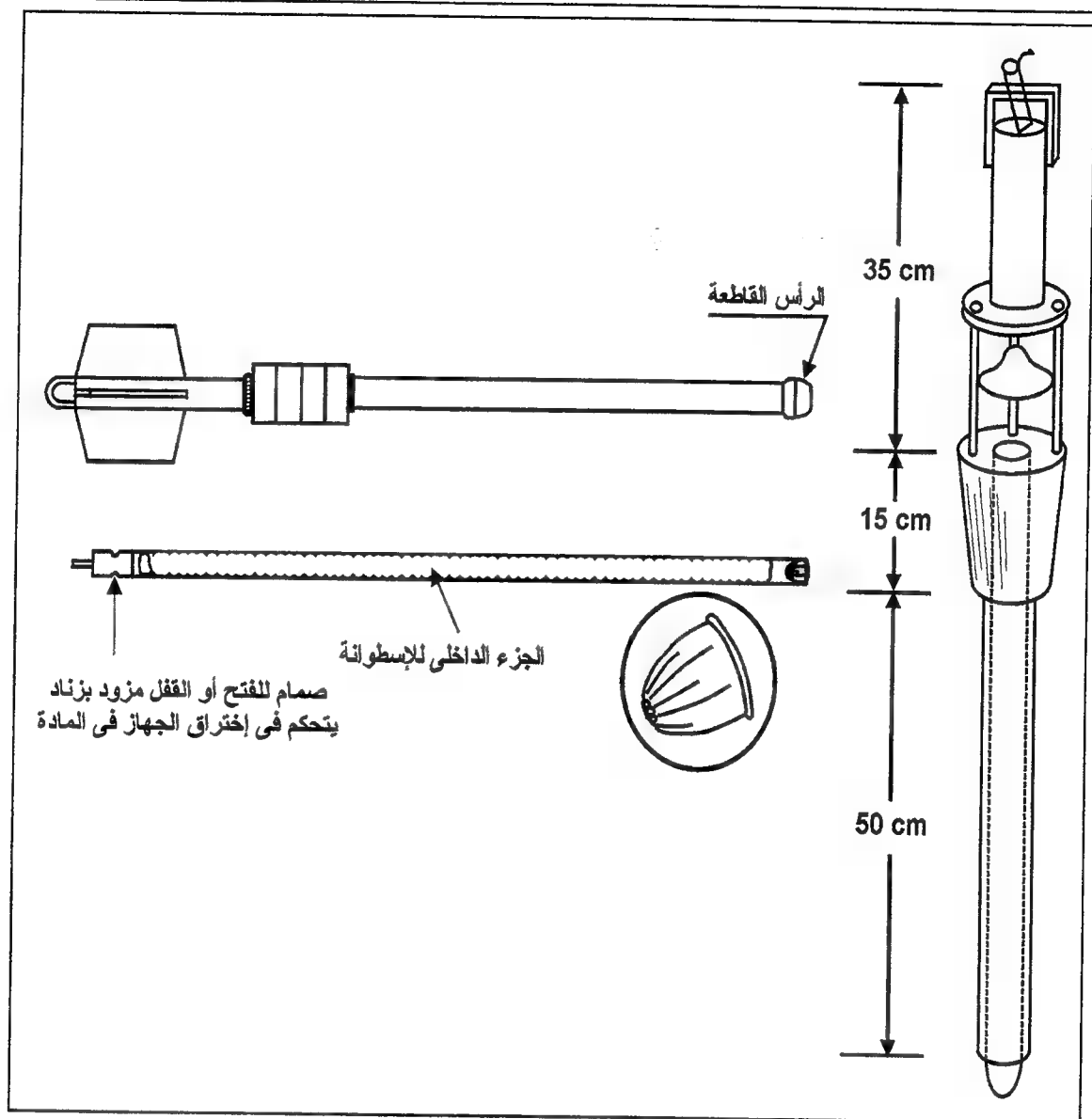
وهى عينة منفردة وتؤخذ من مكان محدد إما من الجوانب أو من قاع المجرى المائى وعلى عمق معين باستخدام أحد الأجهزة المعروضة فى الشكل رقم (٦-٤).

٢ - العينة المتكاملة

ويتم جمعها من قاع المجرى ومن أعماق مختلفة بمكان ثابت ويستخدم هذا النوع من العينات فى أعمال الحصر الجيولوجى أو تحديد تاريخ التلوث لأى نظام مائى. والجهاز المستخدم مع هذه العينات (Corer) يصنع غالبا من مادة البلاستيك ويختلف فى الطول والقطر حسب الدراسات المطلوبة ويوضح الشكل رقم (٧-٤) الأجزاء المختلفة لهذا الجهاز.



شكل رقم (٦-٤) الأجهزة المستخدمة فى جمع العينات الفردية



شكل رقم (٧-٤) أجزاء إسطوانة جمع العينة

(ثالثا) جمع عينات التربة

١. موقع جمع العينات

تحدد أماكن جمع العينات على خرائط طبقا للدراسة المطلوبة فعلى سبيل المثال في حالة إعداد وحصر تصنيفي للتربة تحدد نقط الاختبار على الخرائط المساحية المعدة للمباحث الحقلية ويفضل ألا تزيد المسافة بين نقط الرصد عن ٢٠٠ متر وتقل هذه المسافة أو تزيد طبقا للظروف الخاصة بطبيعة الموقع وعادة توقع نقط الاختبار على الخرائط بمقياس (٢٥٠٠ : ١) والخرائط مقياس (١ : ١٠٠٠) وأخذ عينة من كل موقع إختبار تعتبر عينة ممثلة.

أما في حالة جمع العينات بغرض الدراسات أو الأبحاث فيتم تحديد مواقع جمع العينات أو الاختبار على خرائط حقلية ويتم طبقا لبرنامج البحث أو الدراسة وفي هذه الحالة لابد من جمع أكثر من عينة من نفس الموقع وخلطها لتكون عينة ممثلة.

٢- نوع العينات وطرق جمعها

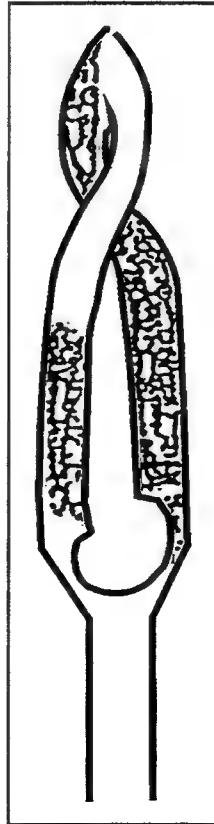
- عينات يتم جمعها بحالتها الطبيعية Undisturbed

حيث يتم من قطاع أرض حوالى حوالى متر × متر ويعمق يصل إلى الماء الأرضى أو حسب الدراسة المطلوبة وتؤخذ عينات طبيعية داخل إسطوانة صغيرة قطر ٥ سم أما رأسيا من طبقات القطاع المختلفة (على سبيل المثال كل ٣٠ سم) أو أفقيه من جوانب الحفرة وتنقل هذه الإسطوانات بمنتهى الحذر إلى المعامل باستخدام صناديق خاصة وذلك حتى لا تتهدم العينات أثناء عمليات النقل.

وتستخدم هذه العينات لدراسة طبقات التربة وتكوينها وتحديد معظم خواصها الطبيعية من أهمها بناء التربة وحركة الماء والهواء.

- عينات متهدمة Disturbed

ويتم جمعها دون التحفظ على حالتها الطبيعية وهذه العينات تجمع من طبقات القطاع الأرضى المختلفة ويفضل على أعماق ٣٠ سم حتى عمق مترين أو ثلاثة حسب مستوى الماء الأرضى أو حسب الدراسات المطلوبة ويتم جمع العينات باستخدام البريمة أو بالأوجر لكمية العينة فى حدود كيلوجرام وتوضع هذه العينات فى أكياس نايلون وترسل إلى المعامل لتحليلها ، وتستخدم هذه العينات فى تحاليل التربة الكيميائية وبعض التحاليل الطبيعية مثل الكثافة النوعية وقوام التربة أو التوزيع الحجمى للحبيبات والشكل رقم (٨-٤) يوضح البريمة التى تستخدم فى جمع العينات.



شكل رقم (٨-٤) البريمة أو الأوَجْر

٢-٤ إعادة استخدام مياه الصرف

١-٢-٤ منشأ مياه الصرف الزراعي

١-١-٢-٤ فواقد الري الحقلية والعام:

تتكون مياه الصرف الزراعي أساسا من مياه الري الزائدة عن حاجة النبات وبالرغم من أن كمية المياه المطلوبة للري تعادل مقدار إستهلاك النبات للمياه اللازمة لتغطية إحتياجات البخر - نتح في مدة معينة إلا أن طبيعة طريقة الري المتبعة ومدى دقة تسوية سطح الأرض وميولها وطريقة إعدادها للزراعة والري وقدرة التربة على الإمساك بالمياه في منطقة الجذور تؤثر على كمية المياه التي تبقى لإستهلاك النبات بعد الري من بين الكمية المعطاه عند فتحة الري على رأس الحقل ولذلك تعطى كمية من المياه تزيد عن الإحتياج الفعلي للنبات لضمان وصول المياه إلى أبعد نقطة في الحقل.

والفرق بين كمية مياه الري المعطاه أو المستخدمة عند رأس الحقل وتلك التي تحتفظ بها التربة من أجل إستخدام نبات يذهب في صورة سريان سطحي إلى المصارف الحقلية المكشوفة أو يتسرب إلى أسفل خلال حبيبات التربة إلى أن يصل إلى مستوى الماء الأرضي فيسبب إرتفاعه وإقترابه من سطح الأرض وذلك يتسبب في حركة جانبية للمياه الأرضية بما يعرف بحركة المياه تحت السطحية (Sub-surface flow) في إتجاه المصارف المكشوفة أو المصارف المغطاة بشرط أن يكون منسوبها منخفضا تحت سطح المياه الأرضي ومن ثم فإن مياه الري الزائدة عن الري الحقلية تصل إلى المصارف إما عن طريق سريان سطحي أو سريان تحت سطحي.

النسبة بين كمية مياه الري التي تبقى في منطقة الجذور ليستفيد منها النبات وكمية المياه المعطاة عند رأس الحقل تمثل كفاءة الري الحقلية وكلما قلت هذه النسبة كلما زادت كمية فواقد الري الحقلية. ويعبر عن النسبة المئوية لفواقد الري الحقلية رياضيا بالمعادلة الآتية :

$$L_a = \left(1 - \frac{W_s}{W_f} \right) 100 \quad (4-1)$$

حيث :

$$\begin{aligned} L_a &= \text{النسبة المئوية لفواقد الري الحقلية} \\ W_s &= \text{المياه التي تخزن في منطقة جذور النبات عند الري} \\ W_f &= \text{المياه المعطاه للري عند فتحة الري الحقلية} \end{aligned}$$

ويمكن بالمعادلة رقم (4-1) حساب الفواقد الحقلية على مستوى المشروع أو المزرعة أو الحقل وطبقا للعوامل والظروف المختلفة التي تقدم ذكرها والتي تؤثر على كمية فواقد مياه الري الحقلية فإن نسبة الفواقد يمكن أن تكون كبيرة وتزيد كثيرا عن نصف المياه المعطاة للري وبتحسين التسوية وميول الأرض وإعداد سطح التربة للزراعة والري إعدادا جيدا وإستخدام طريقة الري والإدارة المائية المناسبة لنوعية التربة والنبات ونوعية المياه يمكن التقليل بقدر الإمكان من الفواقد الحقلية والتي يمكن أن تقل بحيث لا تزيد على ١٠ ٪ من مياه الري المعطاه.

ومع ذلك فإن هناك حدا أدنى للفواقد الحقلية من مياه الري حيث أن كمية من المياه المعطاة للري يكون المقصود منها التخلص من الأملاح التى تحملها مياه الري حتى لا تؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح فى المياه الأرضية وتراكمها فى قطاع التربة مما يؤدي إلى تدهور التربة وإنخفاض إنتاجيتها تدريجيا حتى تتحول للبوار التام نتيجة التملح الشديد وتعرف كمية المياه اللازمة للتخلص من الأملاح الذائبة فى مياه الري بالإحتياجات الغسيلية وهى تتوقف على نوعية مياه الري وعلى تركيز الأملاح الذى يتحمله النبات الذى يتم ريه بهذه المياه ، ومهما كانت جودة نوع المياه المستخدمة فى الري فإنها تحتوى على كمية من الأملاح الذائبة فمياه النيل عند أسوان تحتوى على درجة تركيز للأملاح تصل إلى حوالى ١٥٠ جزء فى المليون ويزيد التركيز كلما إتجهنا شمالا نتيجة مياه الصرف والمياه الجوفية التى تعود للنيل بحيث تصل ملوحة مياه النيل فى شمال الدلتا إلى حوالى ٣٥٠ جزء فى المليون أما المياه الجوفية أو مياه الصرف المخلوطة المستخدمة فى الري فقد تصل درجة الأملاح فيها إلى أكثر من ١٠٠٠ جزء فى المليون.

وتحسب كمية مياه الغسيل المطلوب إضافتها مع مياه الري على أساس المحافظة على الميزان الملقى فى منطقة جذور النبات بحيث لا يتعدى الدرجة المسموح بها للحصول على الإنتاج الأمثل من المحصول وتتحدد نسبة مياه الغسيل بإستخدام المعادلة التالية :

$$LR = \frac{EC_i}{EC_e} \times 100 \quad (4-2)$$

حيث:

$$\begin{aligned} LR &= \text{النسبة المئوية للإحتياجات الغسيلية} \\ EC_i &= \text{التوصيل الكهربائى للمياه المستخدمة فى الري} \\ EC_e &= \text{التوصيل الكهربائى للمياه الأرضية فى منطقة الجذور} \end{aligned}$$

وتختلف درجة تركيز الأملاح (EC_e) المسموح بها فى منطقة الجذور طبقا لنوع المحصول حيث أن لكل نوع من المحاصيل قوة على تحمل الأملاح طبقا لخصائصه الفسيولوجية بل تتباين القدرة على تحمل الأملاح لفصائل النبات الواحد .. وكلما زادت درجة تركيز الأملاح عن الحد المسموح به فإن التناقص فى المحصول يتناسب تناسبا خطيا مع الزيادة فى درجة تركيز الملوحة وفقا للمعادلة التالية :

(Mass and Hofman – 1977)

$$Y_r = 100 - b (EC_e - a) \quad (4-3)$$

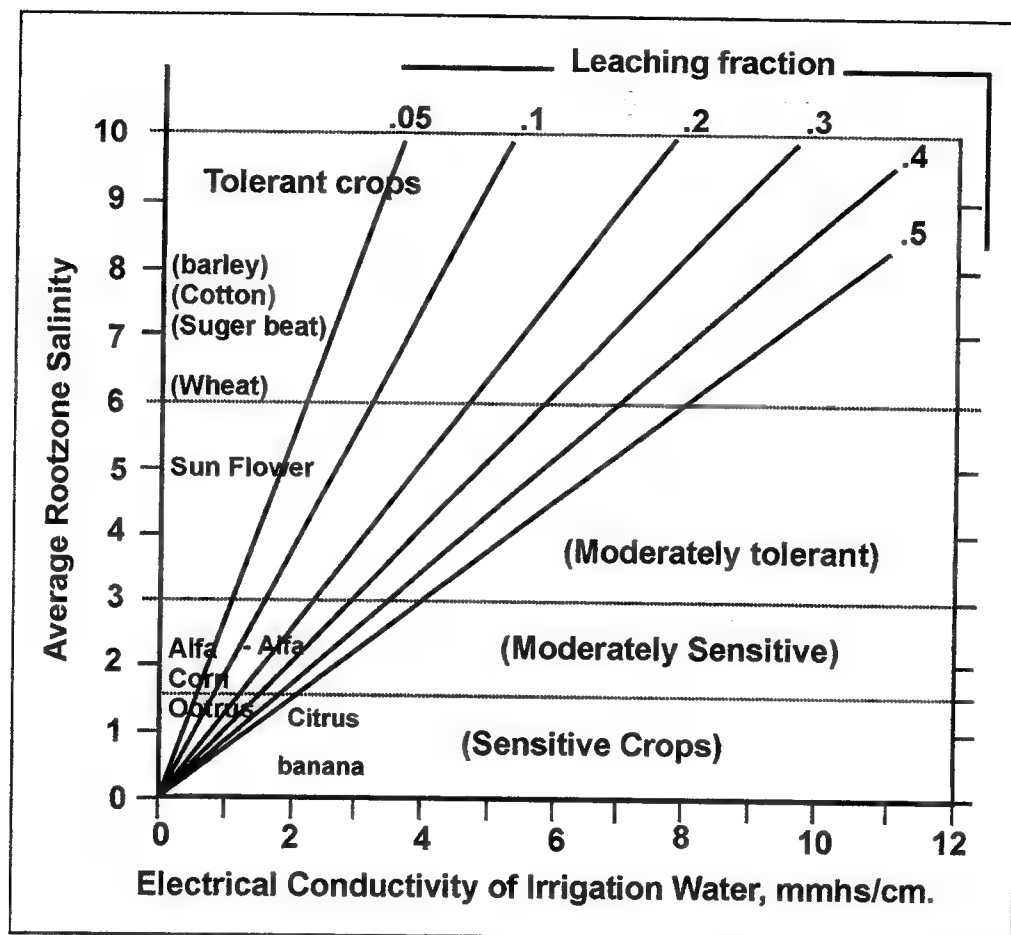
حيث :

$$\begin{aligned} Y_r &= \text{النسبة المئوية لإنتاج المحصول بإستخدام مياه ري ذات ملوحة } EC_e \\ a &= \text{أعلى درجة تركيز للأملاح التى تحملها النبات دون أن يحدث نقص فى إنتاجية.} \\ b &= \text{هى النسبة المئوية لنقص إنتاج المحصول لوحدة الزيادة فى درجة تركيز الأملاح فى مياه التربة.} \end{aligned}$$

والشكل رقم (٩-٤) يمثل العلاقة بالمعادلة (٣-٤)

وقد أمكن عن طريق الدراسات الحقلية والتجارب تحديد هذه العلاقة لكثير من المحاصيل الزراعية ومن ثم يمكن تحديد الإحتياجات الغسيلية لكل محصول بل يمكن تحديد نسبة النقص المتوقعة فى الإنتاج المحصولى نتيجة السماح بزيادة تركيز الأملاح فى منطقة جذور النبات عن طريق إستخدام كمية مياه

غسيل أقل من الكمية اللازمة للتخلص من كل أملاح مياه الري الذاتية والشكل رقم (٩-٤) يعطى العلاقة بين درجة تركيز الأملاح في مياه التربة المشبعة ونسبة إنتاج المحصول المتوقعة (Umali - ١٩٩٣).



شكل رقم (٩-٤) العلاقة بين درجة تركيز الأملاح في التربة المشبعة بمنطقة الجذور والإنتاج المحصولي (Mass and hofman - ١٩٧٧)

مثال (١)

نسبة الإحتياجات الغسيلية في مياه الري التي تبلغ درجة تركيز الأملاح فيها ٠,٨٥ (ديسيمنز / متر) دون أن يحدث أى نقص في المحصول الذى لا يتأثر إنتاجه حتى ملوحة تبلغ ١,٧ (ديسيمنز / متر) هي:

$$\% ٥٠ = ١٠٠ \times \frac{٠,٨٥}{١,٧}$$

مثال (٢)

يتضح من الشكل (٩-٤) أن إنتاج محصول الذرة يقل نتيجة السماح بزيادة تركيز أملاح التربة المشبعة في حقل مزروع أذرة إلى ٣,٨ (ديسيمنز / متر) حتى ٧٥٪ من المحصول الذى يمكن الحصول عليه إذا لم تزيد درجة تركيز الأملاح عن ١,٧ (ديسيمنز / متر) .

ويتضح مما تقدم أهمية إضافة الاحتياجات الغسيلية مع مياه الري وهى مياه تزيد على إحتياجات البخر - نتح للنبات ولذلك ينبغى صرفها حيث أن بقائها يتسبب فى زيادة تركيز الملح فى المياه الأرضية والتي ترتفع بعد الري إلى سطح الأرض لذلك فإن إضافة إحتياجات غسيلية وصرفها من قطاع التربة يكفل المحافظة على جودة الأرض وإستمرارية وتواصل الزراعة المروية . والإحتياجات الغسيلية يمكن إضافتها إلى مياه الري مع كل رية أو على دفعات خلال الموسم الزراعى أو دفعة واحدة خلال الموسم الزراعى ولكن من المهم أن تكون الملوحة فى منطقة الجذور فى حدود المسموح بها خصوصا فى فترة الإنبات ونمو البادرات والإزهار.

وحيث أن فواقد الري الحقلى يمكن أن تسهم فى تغطية الإحتياجات الغسيلية بفرض أنها تتوزع بانتظام على سطح الحقل فإنه ينبغى ألا تقل هذه الفواقد عن كمية مياه الري المطلوبة لغسيل الأملاح... وهذا يعنى بالضرورة أن كفاءة الري الحقلى ترتبط بنوعية مياه الري ولا ينبغى الإستثمار فى تحسين وتطوير الري الحقلى بمعزل عن نوعية المياه المستخدمة فى الري ... وتكون مياه الصرف الزراعى الحقلى هى فواقد الري الحقلى أو مياه الغسيل أو أيهما أكبر ... وبذلك تزيد مياه الصرف الحقلى كلما إنخفضت كفاءة الري الحقلى وكلما زادت ملوحة مياه الري.

وبالرغم من أنه يتم التعبير عن فواقد الري الحقلية فى صورة متوسطات سنوية أو موسمية إلا أن الإحتياجات المائية للنبات تتغير بشكل كبير على إمتداد الموسم الزراعى ومن موسم إلى آخر ومن محصول إلى محصول ثان وبسبب هذه التغيرات تتغير أيضا كمية الفواقد الحقلية وبالتالي إحتياجات الصرف وينبغى أن تحسب على أساس شهرى على الأقل ... وعادة تكون أكبر إحتياجات الصرف خلال موسم الصيف حيث أقصى فترة إحتياجات للري.

جدول رقم (١-٤)

درجة تركيز الأملاح (ديسيمنز / متر) فى مستخلص التربة المشبعة وتأثيرها على إنتاج المحصول

المحصول		الحد الأعلى لتركيز الأملاح الذى لا يؤثر على المحصول		نسبة النقص فى المحصول		
				١٠٪	٢٥٪	٥٠٪
أولا : المحاصيل الحقلية						
الفول	١,٦	٢,٦	٤,٢	٦,٨		
الذرة	١,٧	٢,٥	٣,٨	٥,٩		
القطن	٧,٧	٩,٦	١٣,٠	١٧,٠		
الفول السودانى	٣,٢	٣,٥	٤,١	٤,٩		
الأرز	٣,٠	٣,٨	٥,١	٧,٢		
عباد الشمس	٥,٣	٦,٢	٧,٦	٩,٩		
الذرة الصفراء	٤,٠	٥,١	٧,٢	١١,٠		

نسبة النقص في المحصول			الحد الأعلى لتركيز الأملاح الذي لا يؤثر على المحصول	المحصول
%٥٠	%٢٥	%١٠		
٧,٥	٦,٢	٥,٥	٥,٠	فول الصويا
١٥,٠	١١,٠	٨,٧	٧,٠	بنجر السكر
١٣,٠	٩,٠	٧,٤	٦,٠	القمح
١٨,٠	١٣,٠	١٠,٠	٨,٠	الشعير
ثانيا : محاصيل الخضر				
٣,٦	٢,٣	١,٥	١,٠	الفاصوليا
٩,٦	٦,٨	٥,١	٤,٠	البنجر
٧,٠	٤,٤	٢,٨	١,٨	الكرنب
٩,١	٥,٧	٣,٦	٢,٢	الكنطلوب
٤,٦	٢,٨	١,٧	١,٠	الجزر
٦,٣	٤,٤	٣,٣	٢,٠	الخيار
٥,٢	٣,٢	٢,١	١,٣	الخس
٤,٣	٢,٨	١,٨	١,٢	البصل
٥,١	٣,٣	٢,٢	١,٥	الفلفل
٥,٩	٣,٨	٢,٥	١,٧	البطاطس
٦,٠	٣,٨	٢,٤	١,٥	البطاطا
٨,٦	٥,٣	٣,٣	٢,٠	السبانخ
٧,٦	٥,٠	٣,٥	٢,٥	الطماطم
ثالثا : محاصيل العلف				
٨,٨	٥,٤	٣,٤	٢,٠	البرسيم الحجازي
١٣,٠	٩,٥	٧,٤	٦,٠	الهاى

المحصول	الحد الأعلى لتركيز الأملاح الذى لا يؤثر على المحصول	نسبة النقص فى المحصول		
		%٥٠	%٢٥	%١٠
عشب يمودا	٦,٩	٨,٥	١٠,٨	١٤,٧
البرسيم	١,٥	٣,٢	٥,٩	١٠,٣
ذرة العلف	١,٨	٣,٢	٥,٢	٨,٦
عشب السودان	٢,٨	٥,١	٨,٦	١٤,٤
رابعاً محاصيل الفاكهة				
اللوز	١,٥	٢,٠	٢,٨	٤,١
التفاح والكمثرى	١,٧	٢,٣	٣,٣	٤,٨
المشمش	١,٦	٢,٠	٢,٦	٣,٧
نخل البلح	٤,٠	٦,٨	١٠,٩	١٧,٩
التين والزيتون	٢,٧	٣,٨	٥,٥	٨,٤
العنب	١,٥	٢,٥	٤,١	٦,٧
الجريب فروت	١,٨	٢,٤	٣,٤	٤,٩
الليمون والبرتقال	١,٧	٢,٣	٣,٣	٤,٨
الخوخ	١,٧	٢,٢	٢,٩	٤,١
البرقوق	١,٥	٢,١	٢,٩	٤,٣
الفراولة	١,٠	١,٣	١,٨	٢,٥
الأفوكادو	١,٣	١,٨	٢,٥	٣,٧
عين الجمل	١,٧	٢,٣	٣,٣	٤,٨

(١) الأرقام بالجدول مأخوذة عن Ayers and Westcot - ١٩٧٦
 (٢) درجة تركيز الأملاح الواردة بالجدول قد تتغير من موقع إلى آخر بتغير نوع المناخ والعوامل الأخرى المؤثرة على نمو المحصول.

وتشكل فواقد مياه الري من المصافى والترع جزءا كبيرا من مياه الصرف الزراعى والسبب الرئيسى لهذه الفواقد هو التسرب وسوء التشغيل والإدارة فى نقل وتوزيع مياه الري ، ويمكن تحديد تقدير كمية مياه التسرب من الترعى وهو يتوقف على نوع وطبيعة التربة وعمق الماء فى التربة ومساحة سطحها المعرض للمياه وعمق الماء الأرضى ولذلك يختلف مقدار الفاقد بالتسرب من ترعة لأخرى بشكل يصعب تقدير هذه الفواقد نظريا وفي غيبة للقياسات الحقلية والبيانات الفعلية عن الموقع كما أن تطبيق نتائج قياس فواقد ترعه على ترعه أخرى قد يكون مضللا الى حد كبير ومن الأفضل التعبير عن فواقد الترعه بكمية المياه المفقودة للمتر الطولى منها وليس لوحدة المساحة من سطحها المعرض حيث أن معدل التسرب يتغير على إمتداد محيط الترعة المغمور ويختلف بسبب إرتفاع الماء فوقه وعلى عمق الماء الأرضى تحته والأرقام المنشورة عن معدل التسرب كذلك الواردة بالجدول رقم (٢-٤) يمكن أن تستخدم للاسترشاد فقط.

جدول رقم (٢-٤)
فواقد التسرب من الترعى (Bruce Withers - ١٩٧٤)

نوع تربة القاع والجوانب	فواقد التسرب (م ^٣ /م ^٢ /يوم)
الطين والطينى قليل النفاذية	٠,١٠ - ٠,٠٧
الطين والطينى متوسط النفاذية مع وجود طبقة صماء على عمق لا يزيد على ٩٠ سم تحت قاع القناة	٠,١٥ - ٠,١٠
التربة السلتية الطميية الطينية	٠,٢٣ - ٠,١٥
التربة الطميية الطينية المختلطة بالحصى، التربة الطميية الطينية الرملية والتربة الزلطية المختلطة بالطين	٠,٣٠ - ٠,٢٣
التربة الطميية الرملية	٠,٤٥ - ٠,٣٠
التربة الرملية	٠,٥٥ - ٠,٤٥
التربة الرملية الزلطية	٠,٧٥ - ٠,٥٥
التربة الزلطية	٠,٩٠ - ٠,٧٥

والمياه المتسربة من المساقى والترعى تتسبب فى إرتفاع الماء الأرضى خصوصا فى المناطق القريبة على جانبيها وفى بعض الأحيان يتم إنشاء مصرف على إمتداد بعض الترعى لجمع المياه المتسربة ومنع إمتداد تأثيرها للأراضى الزراعية المجاورة خصوصا فى حالة الترعى التى تنشأ بتكوين جسور مرتفعة عن

الأراضى الزراعية من حولها وخصوصا إذا كانت نفاذية التربة مرتفعة كما هو الحال فى الأراضى السلتية والرملية.

أما فى حالة المساقى والمراوى الحقلية فإن المياه المتسربة منها تعتبر موزعة بانتظام على المساحة المروية فتدخل فى حساب مقنن الصرف الحقلى حيث تضاف إلى فواقد الري الحقلى وتزداد كميتها إذا كانت التربة خفيفة ونفاذيتها مرتفعة .. كما تزداد الفواقد من المساقى والمراوى التى يسمح لها أن تجف وتتشقق فيما بين الريات خصوصا كلما زادت الفترة بين الريات طولا ولذلك يفضل فى حالة الأراضى الرملية إستخدام المساقى المبطنة أو المواسير ذات الضغط المنخفض فى توزيع المياه .. أما فى الأراضى الطينية فيفضل تقريب الفترة بين الريات لتفادى حدود التشققات.

وقد قدرت كمية فواقد توزيع مياه الري بين الساقية والحقل فى مشروع دراسة تطوير الري الحقلى EWUP ووجد أنها تصل إلى ٤٠٪ من المياه المرفوعة بالساقية وأن الفواقد تكون كبيرة عند بداية إطلاق مياه الري وتنخفض مع الوقت فى الأراضى الطينية بينما تستمر بنفس المعدل فى الأراضى الرملية كما هو موضح فى جدول رقم (٣-٤)

جدول رقم (٣-٤)
معدل التسرب من قنوات الري الحقلية فى مصر (مشروع EWUP)

الموقع والحالة		معدل التسرب (سم / ساعة)
المبدئى	النهائى	
المساقى غير المرفوعة بمنطقة أبيوها	١,٦	٠,٢
المساقى غير المرفوعة بمنطقة بنى مجدول	١,٢	٠,٣
المساقى المرفوعة بمنطقة أبيوها	٢,٦	١,٢
ترع التوزيع فى منطقة الحمامى	٠,٧	٠,٧

كما يتسبب نظام تشغيل شبكة الري وتوزيع المياه فى حدوث فواقد مائية فى نظام التوزيع الذى يعتمد على الإحتفاظ بمنسوب معين فى التربة يسمح بتغذية فتحات الري على هذه التربة أو رفع المياه على مدى ٢٤ ساعة فلا بد من إتباع الدور خلال هذه المدة ليلا ونهارا وإلا زاد منسوب المياه فى التربة وتدفقت من خلال مفيض النهاية إذا توقف الري الليلى أو من جوانب التربة الى المصارف وهو ما يعرف بإسم (Tail end and spillway losses)

وتقدر فواقد النقل والتوزيع كنسبة من المياه التى تم سحبها من المصدر بإستخدام المعادلة التالية:

$$L_c = \left(1 - \frac{W_f}{W_r}\right) 100 \quad (4-4)$$

حيث :

$$\begin{aligned} L_c &= \text{النسبة المئوية لفوائد النقل والتشغيل} \\ W_f &= \text{المياه التي تصل إلى الحقل} \\ W_r &= \text{المياه التي تحول للري عند فم الترعة} \end{aligned}$$

وتختلف نوعية مياه الصرف الزراعي الناتجة عن فوائد الري الحقلية والعام حسب مصدرها ومسارها فمياه السريان السطحي من الحقول المروية تكون ذات ملوحة منخفضة عادة خصوصا إذا كان لا يوجد أملاح متراكمة على سطح الأرض بينما تكون مياه التسرب العميق من الري الحقلية أكثر ملوحة نتيجة تأثيرها في غسيل الأملاح من قطاع التربة وزيادة تركيز الأملاح بها نتيجة بخر المياه الصاعدة بالخاصية الشعرية إلى سطح الأرض وكلما قلت فوائد الري الحقلية كلما زاد تركيز الأملاح بها .. ومن ناحية أخرى فإن فوائد تشغيل المساقى والترع التي تذهب إلى المصارف هي مياه ري ذات ملوحة منخفضة واختلاط مياه الصرف الحقلية بفوائد تشغيل الترع يجعل مياه الصرف الزراعي في المصارف العامة ذات ملوحة أقل من مياه المصارف الحقلية.

٢-١-٢-٤ المياه الجوفية :

تؤثر المياه الجوفية بشكل كبير على كمية ونوعية مياه الصرف الزراعي فعمق المياه الجوفية في الخزانات الجوفية الحرة أو الضغوط البيزومترية في الخزانات شبه المحصورة يحدد إذا كانت المنطقة المعنية تتمتع بصرف طبيعي أم أن المصارف الموجودة بها تستقبل مياه جوفية علاوة على فوائد مياه الري الحقلية والتسرب من الترع.

وفي حالة المناطق التي تتمتع بصرف طبيعي نتيجة انخفاض منسوب مستوى الماء الأرضي فإن مياه الري التي تزيد عن الكمية التي تحتفظ بها التربة تتحرك إلى أسفل بعيدا عن منطقة الجذور فإذا كان معدل الصرف الطبيعي كافيا لا تكون هناك حاجة إلى إنشاء مصارف إلا أن هذا يكون نادر الحدوث في الغالب ويتسبب الري المستمر في ارتفاع منسوب الماء الأرضي إلى قرب سطح الأرض أو يكون معدل هبوطه بطيئا ويستدعى الإستعانة بمصارف زراعية لإسراع معدل هبوط مستواه بالشكل الذي يكفي لتخليص منطقة الجذور من المياه الزائدة والأملاح في وقت مناسب.

وفي حالة توفر الظروف الهيدروجيولوجية التي تسمح بالصرف الطبيعي الجزئي فإن كمية مياه الصرف الحقلية تشكل جزءا من فوائد مياه الري الحقلية والجزء الباقي يتسرب إلى أسفل ويشحن الخزان الجوفي وعلى العكس من ذلك فإن المناطق المعرضة لضغوط بيومترية أو لرشح المياه الجوفية من مناطق مرتفعة مجاورة يكون معدل مياه الصرف بها أكبر من معدل فوائد الري الحقلية .

والمياه الجوفية تصل إلى المصارف عن طريق شبكة الصرف الحقلية وهذا الجزء يدخل في حساب مقنن الصرف الحقلية أو يصل إلى المصارف العامة العميقة مباشرة التي يكون قاعها على عمق كبير نسبيا تحت مستوى منسوب سطح المياه الجوفية ولذلك يلاحظ أن معدل الصرف في هذه المصارف قد يزيد كثيرا عن معدل صرف فوائد الري الحقلية وفوائد تشغيل المساقى والترع بزمان المصرف .

وتوضح الخريطة بشكل رقم (٤-١٠) توزيع الضغوط البيزومترية على شبكة الصرف الحقلى لدلتا نهر النيل بإعتبار أن عمق الشبكة يبلغ حوالى ١,٥ متر تحت سطح الأرض ويمثل خط الضغط المتساوى (صفر) الحد الفاصل بين المناطق المعرضة لضغوط بيومترية (ضغط موجب) والمناطق التى يوجد بها صرف طبيعى (ضغط ثابت) ونتيجة لزيادة عمق شبكة الصرف العام يكون الضغط البيزومتري المؤثر عليها أكبر من الضغط المؤثر على شبكة الصرف الحقلى .

ويتضح تأثير المياه الجوفية على معدلات الصرف فى دلتا نهر النيل من التوزيع الجغرافى لمياه الصرف ويتضح منه أن معدل الصرف الزراعى بجنوب الدلتا قد يصل إلى أقل من ١,٠ ملليمتر فى اليوم نتيجة لتأثير الصرف الطبيعى بسبب انخفاض الضغط البيزومتري بالخرزان الجوفى كثيرا عن منسوب المصارف علاوة على أن مقاومة الغطاء الطينى لسريان الماء إلى أسفل قليلة نسبيا لإرتفاع نفاذية الطبقة الرسوبية وصغر سمكها .

ومن ناحية أخرى يزداد معدل الصرف بالمناطق الشمالية كثيرا نتيجة زيادة الضغط البيزومتري وحركة المياه الجوفية إلى أعلى حيث يلاحظ أن معدل الصرف ببعض المناطق يفوق معدل الري اليومى لهذه المناطق ونظرا لقرب هذه المناطق من البحر وتداخل مياهه مع المياه الجوفية فإن ملوحة المياه الجوفية تزداد بشكل كبير يفوق ملوحة مياه الصرف الزراعى فى هذه المناطق كما تتعرض المناطق المجاورة لترع رئيسية مرتفعة أو مناطق مستصلحة إلى ضغوط بيومترية أيضا كما هو الحال بالقرب من ترعة الإسماعيلية .

٤-٢-٣-١ صرف المخلفات الصحية والصناعية

تستقبل المصارف الزراعية الفرعية والرئيسية مياه الصرف الصحى والصناعى وفى الأصل يجب أن تكون هذه النوعيات من المياه المعالجة للحد التى يسمح بصرفها فى المصارف الزراعية ووفقا للمعايير التى يحددها القانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ الخاص بحماية نهر النيل والمساحات المائية من التلوث .. وتتوقف كمية مياه الصرف الصحى والصناعى على حجم وعدد سكان المنطقة السكنية والقدرة الإنتاجية ونوع الصناعة فى المنشآت الصناعية التى تصرف مياهها على المصرف ومن المعلوم أن الاستخدامات المنزلية غير مستهلكة للمياه وأن حوالى (٨٥ - ٩٠ ٪) من المياه المستخدمة فى هذه الأغراض تعود للشبكة فى شكل مياه الصرف الصحى وكذلك الأمر لمياه الصرف الصناعى فإن معظمها يعود للشبكة فمثلا المياه المستخدمة فى التبريد تعود بالكامل للمصارف فيما عدا ما يفقد بالتبخر منها .

ونتيجة لطبيعة استخدام هذه المياه فإنها تكون محملة بمواد عضوية وكيميائية ومعادن ثقيلة ويزداد تركيز هذه العناصر نتيجة انخفاض كفاءة أو إنعدام معالجة هذه المياه وواقع الحال يقول أن معظم مياه الصرف الصحى والصناعى التى تصرف إلى شبكة الصرف الزراعى غير معالجة بالمرة مما يؤدى إلى تلوثها بالدرجة التى يجعلها فى كثير من الأحيان غير صالحة لإعادة الاستخدام خصوصا إذا كان سيتم إعادة استخدامها عن طريق خلط مياه المصارف لمياه الترعى .

وتتضح خطورة صرف المخلفات الصحية والصناعية على مياه الصرف الزراعى فى أن الكمية الأولى رغم أنها لا تتعدى ١٥ - ٢٠ ٪ مياه الصرف الزراعى فإن تركيز الملوثات بها عالى جدا مما يفسد نوعية مياه الصرف بالكامل .. كما أن الضرر الصحى الذى يعود على الصحة العامة والبيئة بصفة عامة كبير جدا .. ولذلك فإن ضرورة معالجة الصرف الصحى والصناعى عند المصدر أو عزل مياهها من مياه المصارف الزراعية أمر حتمى لا بد منه إذا أردنا الاستفادة بمياه الصرف الزراعى فى الري.

شكل رقم (٤-١٠)

يعتبر قياس كمية المياه المتدفقة في المصارف المكشوفة من القياسات الهامة لحساب حمل الأملاح والملوثات الأخرى بها. ويمكن تقسيم المواقع التي يتم عندها قياس كمية مياه الصرف إلى ثلاثة أقسام:

ب - مصبات المصارف

٤-٢-١-٢ قياس التصرفات في القطاعات المكشوفة على المصارف

٢-٢-٢-٤ قياس التصرفات عند مصبات المصارف والقطاعات التى تتأثر بالمياه المرتدة

تتأثر مصبات المصارف فى بعض الحالات بالمياه المرتدة Back Water من الأماكن التى تصب فيها كذلك قد تتأثر بعض المواقع فى القطاعات المتوسطة للمصارف بنفس هذه الظاهرة لقربها من محطة طلمبات أو مجرى آخر يصب بها أو يسحب المياه منها .

ويلزم فى هذه الحالات إتخاذ إحدى الخطوتين التاليتين :

- تغيير موقع القياس إلى موقع جديد يبعد عن تأثير المياه المرتدة .
- إذا كان هذا الموقع من الأهمية بحيث يكون من غير الممكن تغييره ، فإن منحنيات (التصرف - عمق المياه) لا تصلح ويلزم إيجاد علاقة أخرى بين التصرف وسرعة المياه .

ولإيجاد العلاقة بين التصرف وسرعة المياه يلزم عمل معايير أو لا لتحديد شكل المنحنى الذى يلزم له إيجاد عدد كاف من النقط للتصرفات المختلفة من حديها الأقصى والأدنى وتحديد السرعات المقابلة لهذه التصرفات ولا بد من تزويد هذا الموقع بجهاز تسجيل السرعات Velocity recorder لتسجيل سرعة التيار بصفة دورية (يومية - أسبوعية ... إلخ) حسب مقدار التذبذب فى هذه السرعات .

٣-٢-٢-٤ قياس تصرفات محطات الصرف

تتم القياسات فى محطات الطلمبات على البيانات التى يتم تجميعها من الإدارات المختلفة لمصلحة الميكانيكا والكهرباء بالمحافظة التى تتبعها هذه المحطات . ويقوم العاملون فى هذه المحطات عادة بتسجيل هذه البيانات بصفة يومية . وتحسب التصرفات على أساس حاصل ضرب التصرف النظرى لكل وحدة فى عدد ساعات تشغيلها . إلا أن هذه الطريقة بها الكثير من الأخطاء حيث لا يتم الأخذ فى الاعتبار العوامل الآتية :

- كفاءة الطلمبة التى تقل بزيادة عمرها أو بمعنى أدق عدد ساعات تشغيلها كما تتأثر الطلمبة أيضا بتعرضها للحوادث أو صدمات أو عمل العمرات ... إلخ .
- الضاغط الإستاتيكي أو الفرق بين منسوب المياه فى مص وطرد المحطة ، ومن المعروف أن تصرف الطلمبات يزيد عكسيا مع هذا الضاغط .
- الخطأ الذى يمكن أن يحدث نتيجة عدم الدقة فى التسجيل وقت إدارة كل وحدة .

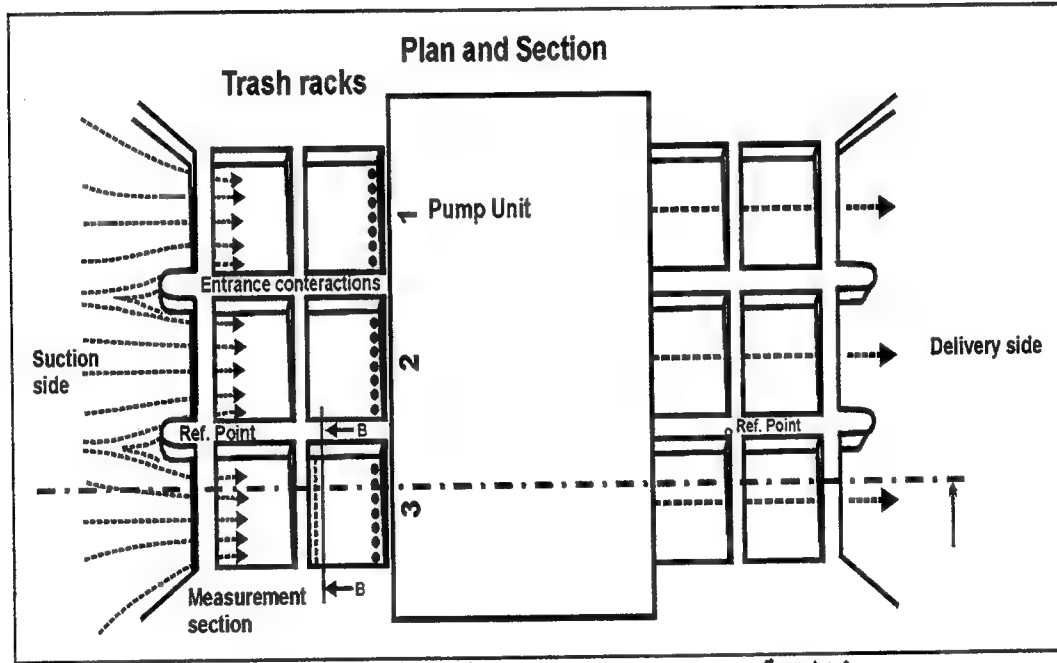
ولتلافى حدوث هذه الأخطاء يجب إتخاذ الخطوات التالية :

- معايرة جميع وحدات محطات الصرف وذلك عن طريق تشغيل وحدة واحدة وقياس التصرف بطريقة (السرعة × المساحة) وذلك بإستخدام جهاز الكرنتمتر ثم تشغيل وحدتين وقياس التصرف وهكذا ... حيث يتم قياس تصرف جميع الوحدات ولكل وحدة على حدة .
- مقارنة التصرف الفعلى بالتصرف الإفتراضى للحصول على كفاءة الوحدة .
- خلال إختبار التصرف الفعلى للوحدات أثناء المعايرة يتم تغيير الضاغط الإستاتيكي لإيجاد العلاقة بينه وبين تصرف كل وحدة وتسمى هذه العلاقة بمنحنى التصرف - الضاغط الإستاتيكي (Q-H curve) والتى يمكن منها تحديد تصرف الوحدات مقابل الفرق بين منسوب المص والطرد فيها .

ولضمان الحصول على قياسات دقيقة وصحيحة لابد من تزويد محطات الصرف بأجهزة أوتوماتيكية تشمل أجهزة تسجيل مناسب المص والطررد بالمحطات يمكن عن طريقها معرفة الفرق بين منسوبي المص والطررد بصفة منتظمة ودقيقة وكذلك أجهزة تسجيل عدد ساعات الإدارة لكل وحدة (Time – Counters) ويمكن تحديد التصريف الفعلي اليومي لكل وحدة عن طريق ضرب التصريف الفعلي حسب منحنى (التصريف - الضاغط الإستاتيكي) \times كفاءتها \times عدد ساعات تشغيلها .

لتقدير منحنى التصريف لإحدى محطات الصرف يتم أخذ مقياسين على الأقل لتصريف كل وحدة من وحدات المحطة أحدهما على منسوب رفع منخفض والآخر على منسوب رفع أعلى .

ويتم إختيار قطاع القياس من ناحية المص لتلافى الدوامات الناشئة من الطلمبة فى ناحية الطرد ويكون موضع قطاع القياس كما بالشكل رقم (١١-٤) ويكون فى حوض المص بعد أن إنتظمت خطوط سير المياه.

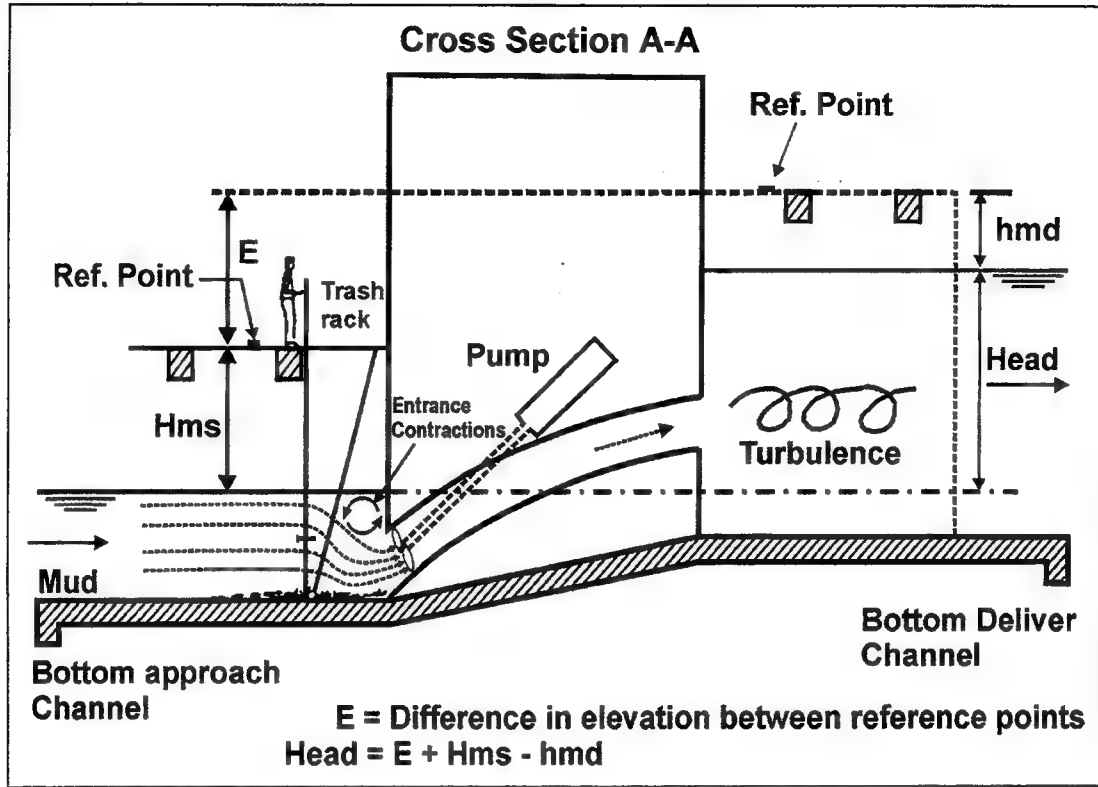


شكل رقم (١١-٤) يبين موضع قطاع قياس التصريف

ويراعى أثناء القياس قيام عامل التنظيف بإخراج الحشائش والنباتات المائية والأكياس البلاستيك من على شبك الحجز حتى لا تؤثر على دقة القياس .

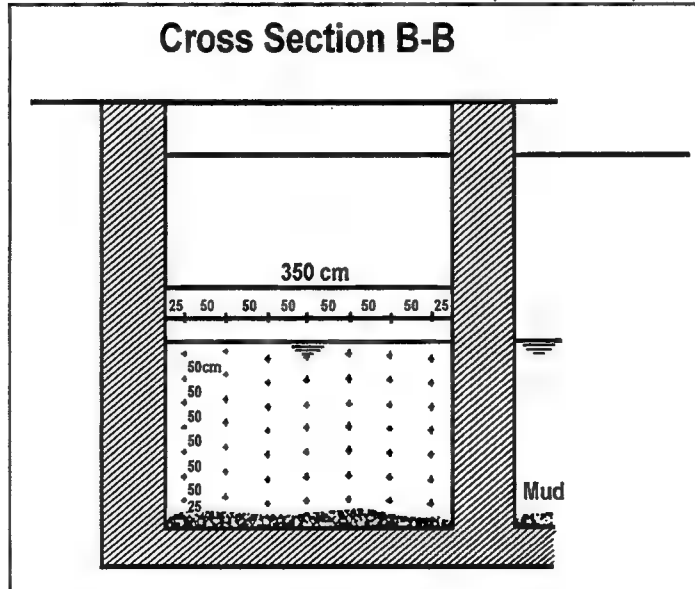
ويمكن تلخيص خطوات القياس فى التالى :

- ١ - قم بفحص ظاهري للمحطة للتأكد من وجود مسطرة قياس المناسب فى جانبى المحطة .
- ٢ - فى حالة عدم وجود مسطرة المناسب قم بإختيار نقطة قياسية Reference Point فى جانب المص والطررد وتعليمهما شكل (١٢-٤) وإيجاد الفرق فى منسوب هاتين النقطتين بواسطة ميزان المساحة .



شكل رقم (١٢-٤) إختيار مواقع Reference Points فى جانبى المحطة

٣ - إبدأ بقياس عرض حوض المص . ثم يقسم إلى ٦-٨ أقسام متساوية. لابد أن يكون أول وآخر قسم متساويين . تم بتعليم هذه الأقسام على الخرسانة الخاصة بحوض المص كما بشكل رقم (١٣-٤)



شكل رقم (١٣-٤) تقسيم القطع المائى لحوض المص إلى مواضع وأعماق القياس

- ٤ - قم بإختيار زمن القياس Time interval وهو عادة ٣٠ ثانية فى عداد القياس .
- ٥ - قم بقياس منسوب المياه بالنسبة Reference Point بواسطة شريط قياس كل ١٥ دقيقة فى كل من المص والطرء أو مباشرة من مسطرة قياس المناسب فى حالة توفرها .

- ٦ - يبدأ فى القياس فى الموضع الأول للعمق الأول للوحدة الأولى . وللحفاظ على الوقت قم بقياس الصف الأول فى جميع أعمدة القياس (مواضع القياس) وهو على عمق ٢٥ سم من القاع ثم بعد الإنتهاء منه قم بإخراج الكرنتمتر من الماء وإرفعه للموضع ٧٥ سم من بداية عامود القياس وبعد ذلك أنزله فى الماء وقم بقياس الصف الثانى فى كل مواضع القياس وهكذا حتى الإنتهاء من جميع صفوف القياس فى جميع المواضع .
- ٧ - بعد إنتهاء المعايرة للوحدة الأولى مر بإيقاف هذه الوحدة وتشغيل الوحدة الثانية لبدء قياسها حتى الإنتهاء من جميع الوحدات .
- ٨ - بعد الإنتهاء من قياس جميع الوحدات قم بمناقشة الفنيين بالمحطة عن عدد لوحات اللازمة للتشغيل فى وقت واحد للوصول إلى أكبر منسوب رفع .
- ٩ - قم بقياس هذه الوحدات التى تعمل معا للوصول إلى أكبر منسوب رفع بالتوالى .
- ١٠ - بعد الإنتهاء من هذه الوحدات قم بإيقافها وتشغيل عدد آخر لإجراء نفس القياس عند أكبر رفع لبقية الوحدات .

وهكذا يكون قد تم قياس جميع وحدات المحطة عند أقل رفع ممكن وأقصى رفع ممكن . وعن طريق حساب التصرف ومعالجة البيانات إحصائيا يمكن الوصول إلى منحنى التصرف لهذه المحطة .

٤.٢.٢.٤ منحنى المعايرات

المنحنيات الدالة على التصرف والتى تعرف بإسم Rating Curve هى علاقة بين معدل التصرف ومنسوب المياه. وهناك ثلاث علاقات هامة لمواقع القياس المذكورة سابقا :

- ١ - العلاقة بين التصرف ومنسوب سطح الماء وتتم هذه العلاقة فى المجارى المائية المكشوفة التى تتدفق منها المياه بتأثير الجاذبية حيث يؤثر على التصرف منسوب سطح الماء فقط وتسمى Stage – discharge relation

- ٢ - العلاقة بين التصرف وسرعة المياه (Velocity – discharge relation) وتتم فى المجارى المائية المكشوفة التى تتأثر بظاهرة المياه المرتدة نتيجة قرب هذه المواقع من البحر (back – water effects)

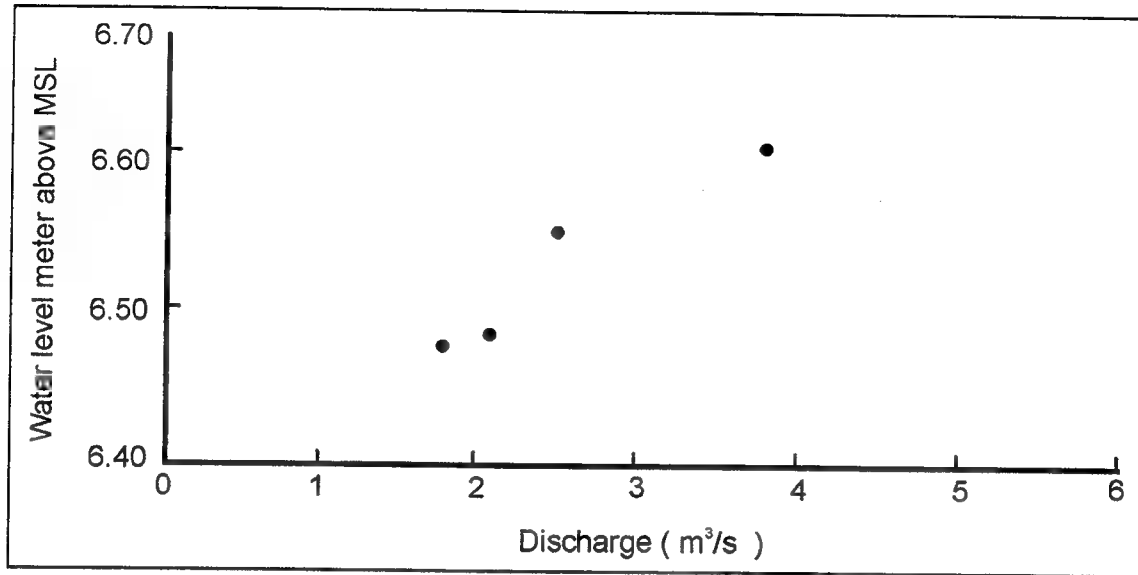
- ٣ - العلاقة بين التصرف والرفع وتتم فى محطات الرفع وتسمى Capacity curve

٤.٢.٢.٤-١ العلاقة بين التصرف وإرتفاع منسوب الماء فى المجارى المائية المكشوفة

- ١ - إجراء عدد لا يقل عن خمس قياسات فى المجرى المائى المكشوف . وعلى هذا يكون متوفرا خمس أزواج من $Q - H$.

- ٢ - يتم توقيع البيانات كما بالشكل التالى (شكل ٤-١٤) .

- ٣ - يتم عمل علاقة إحصائية بين التصرف ومنسوب سطح الماء (Stage-discharge relation) وتكون هذه العلاقة خطية أو أسية، ويتم اختيار العلاقة ذات الارتباط العالى من الجداول الإحصائية . وفى حالة إنطباق شروط الارتباط فى المعادلة المتحصل عليها مع عدد القياسات تصبح (Stage-discharge relation) صالحة للتطبيق.

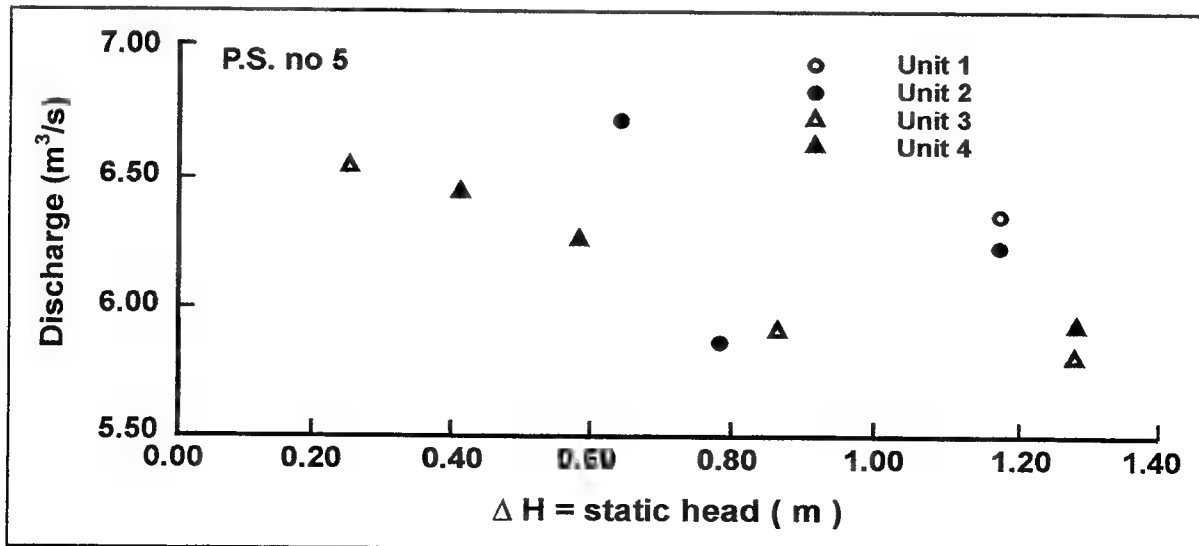


شكل رقم (١٤-٤) العلاقة بين التصريف وإرتفاع سطح المياه

٢-٤-٢-٢-٤ العلاقة بين التصريف والرفع لمحطات الصرف (Capacity curve)

بعد إجراء القياسات الخاصة بتصريف كل وحدة عند مستويات مختلفة من الرفع الهيدروستاتيكي يتم إختيار النتائج المتوفرة كما يلي :

- ١ - إختيار النتائج المتوفرة من عملية القياس والتأكد من وجودها فى أزواج من التصريف والرفع الهيدروستاتيكي (Q-H Pair) والتأكد من صحة حساب التصريف Q وكذلك التأكد من حساب H المقابل لهذا التصريف ويمكن التأكد من قياس Hm فى حوض المص بجمع قيمة Hm المقاس بواسطة الشريط إلى عمق الماء أثناء القياس ولا بد أن يكون مجموع القياسات المختلفة متساوى .
- ٢ - بعد ذلك يتم تجميع Q-H Pair فى جداول موضح بها تاريخ إجراء القياسات ويجب أن تكون على الأقل زوجين لكل وحدة ويفضل أن تكون ثلاثة أزواج من Q-H Pair لكل وحدة. ويحتوى هذا الجدول على بعض المعلومات الخاصة بتشغيل تلك المحطة مثل عدد الوحدات ، التصريف التصحيحي للوحدة ، أكبر رفع أثناء التشغيل خلال نفس العام / متوسط الرفع خلال نفس العام .
- ٣ - يتم رسم Q - H Pair كما بالشكل رقم (١٥-٤) .



شكل رقم (١٥-٤) العلاقة بين التصريف المقاس لكل وحدة عند الرفع

- ٤ - يتم عمل تحليل إحصائي (Linear regression) لجميع الوحدات متجمعة بعد الحصول على التصريف يتم قسمة التصريف المعايير ÷ التصريف التصميمي للحصول على كفاءة المحطة.
- ٥ - بعد ذلك يتم توقيع منحني المعايير .

وليس عمليا إيجاد معادلة التصريف لكل وحدة من وحدات المحطة ولكن معادلة واحدة للمحطة في حالة تساوى جميع الوحدات في التصريف التصميمي . أما إذا كانت المحطة تحتوى على نوعين من الوحدات فيتم إيجاد معادلة التصريف لكل عدد من الوحدات له نفس التصريف التصميمي ... وتكون المعادلة المتحصل عليها كما يلي :

$$Q = A - bH \quad (4-5)$$

حيث :

$$\begin{aligned} Q &= \text{التصريف م}^3/\text{ث} \\ A &= \text{التصريف في حالة الرفع يساوى صفر} \\ b &= \text{النسبة } \frac{dQ}{dH} \\ H &= \text{الرفع الإستاتيكي} \end{aligned}$$

٤-٢-٤-٣ ملاحظات عامة للمعايير

معايرة المصارف المكشوفة

- يلزم عمل قياسات على التصريف لجميع المواقع المحددة لشبكة الرصد بصفة دورية لملاحظة حدوث أى تغييرات خصوصا تلك التى تحدث فى مواقع التحكم.
- لا يتوقف مدى دقة قياس معين فقط على دقة طريقة القياس وإنما على مدى تمثيل النقطة أيضا . وفى الحالتين فإن مدى دقة القياس يمكن أن يتحسن بزيادة عدد القياسات .

معايير محطات طلبات الصرف

- يجب أن تقوم مصلحة الميكانيكا والكهرباء بإخطار الجهة المسؤولة عن المعايير عن أى تغيير فى قدرة الوحدات نتيجة أعمال الصيانة والتجديد.
- يجب على المهندس المسئول عن المعايير التأكد من هذه التغييرات أثناء المأموريات الحقلية ، حيث يتطلب الأمر إعادة المعايرة للطلبات.
- يجب أن تعاير الطلبات على مناسيب مختلفة أثناء تشغيل وحداتها للحصول على منحنيات تصرفات واقعية.
- إذا وجد أن التصريف المقاس يختلف عن التصريف المستنتج من المنحنى المتاح بأكثر من ١٠٪ يلزم إعادة معايرة محطة الطلبات.

٤-٢-٣ معايير المياه الصالحة للرى

٤-٢-٣-١ مواصفات المياه الصالحة للرى

المعايير التى تحدد صلاحية المياه للرى هى :

أ - درجة الملوحة :

تقاس درجة الملوحة إما بالمليموز / سم أو ملليجرام / لتر مع ملاحظة أن تركيز الأملاح بالمليجرام / لتر = درجة تركيز الأملاح بالمليموز / سم $\times 640$ تقريباً.

ب - درجة تركيز أيون الصوديوم :

يكن أهمية أيون الصوديوم لما له من تأثير ضار على التربة حيث يسبب إنهيار بنائها ، خصوصا إذا كانت التربة طينية حيث يفقدها القابلية لنفاذ الماء ويحولها إلى وسط غير صالح لنمو النبات ... ويعبر عن درجة تركيز أيون الصوديوم بالنسبة المئوية للصوديوم الذائب أو نسبة الصوديوم المدمص.

$$\text{النسبة المئوية للصوديوم الذائب} = \frac{\text{تركيز الصوديوم الذائب (ملليمكافى / لتر)}}{\text{التركيز الكلى للكاتيونات (ملليمكافى / لتر)}} \times 100$$

$$\text{نسبة الصوديوم} = \frac{\sqrt{\frac{\text{ص}^+}{\frac{\text{كا}^{++} + \text{مغ}^{++}}{2}}}}{2}$$

ويقل التأثير الضار لأيون الصوديوم كلما زادت ملوحة المياه ، لذلك فهو يتخذ كمعيار للحكم على صلاحية المياه بعد ربطه بدرجة تركيز الأملاح .

ج - تركيز البورون :

يجب ألا يزيد تركيز البورون عن ٢ جزء فى المليون . حيث أن مياه الري تحتوى على كميات من الأملاح الذائبة يختلف محتواها من هذه الأملاح حسب مصدرها ، لذلك عند تقييم صلاحية مياه الري لابد من معرفة المحتوى الملحي . وعلى هذا فقد إقترح معمل الملوحة المصرى عام ١٩٨١ تصنيفا لصلاحية مياه الري يعتمد على درجة الملوحة والنسبة الكلية للأملاح الذائبة ما هو موضح بالجدول رقم (٤-٤) .

جدول رقم (٤-٤)
تصنيف مياه الري طبقا للنسبة الكلية للأملاح الذائبة
(معمل الملوحة المصرى)

درجة الملوحة	درجة التوصيل الكهربائى ملليموز / سم	النسبة الكلية للأملاح الذائبة جم / م ^٣
منخفض الملوحة	أقل من ١	أقل من ٦٠٠
منخفض - متوسط الملوحة	١,٠ - ١,٥٠	٦٠٠ - ٩٠٠
متوسط الملوحة	١,٥ - ٢,٥	٩٠٠ - ١٦٠٠
متوسط - عالى الملوحة	٢,٥ - ٣,٠	١٦٠٠ - ١٩٠٠
عالى - عالى جدا	٣,٠ - ٣,٥	١٩٠٠ - ٢٣٠٠
عالى جدا	أكثر من ٣,٥	أكثر من ٢٣٠٠

وأوصى معمل الملوحة المصري بإستخدام مياه ذات ملوحة أقل من ٩٠٠ ملليجرام / لتر في الري دون توقع حدوث مشاكل للتربة أو النباتات .

وهناك تصنيف آخر للمياه الصالحة للري يأخذ في الإعتبار كلا من : درجة الملوحة ، النسبة المئوية للصوديوم ، نسبة الصوديوم المدمص ، الكلورايد والبورون ويشمل هذا التصنيف خمسة رتب من ١ إلى ٥ كما هو موضح بالجدول رقم (٥-٤) وكلما زادت الرتبة قلت صلاحية المياه للري .

جدول رقم (٥-٤)
تصنيف المياه الصالحة للري

الرتبة	درجة الملوحة ملليموز / سم	ص. %	نسبة الصوديوم الدممص	الكلورايد ملليمكافىء / لتر	البورون جزء فى المليون
١	٠,٥	٤٠	٣	٣	٠,٥
٢	١,٠	٦٠	٦	٦	١,٠
٣	٢,٠	٧٠	٩	١٠	٢,٠
٤	٣,٠	٨٠	١٢	١٥	٣,٠
٥	٤,٠	٩٠	١٥	٢٠	٤,٠

وهناك تصنيف ثالث يحدد صلاحية المياه للري يأخذ في الإعتبار كلا من درجة الملوحة ، نسبة الصوديوم المدمص ، الكلورايد ، تركيز البورون أو الأمونيا ، البيكربونات والأس الأيدروجينى جدول رقم (٦-٤) .

جدول رقم (٦-٤)
مواصفات المياه الصالحة للري

العناصر	درجة المشكلة		
	بدون مشاكل	مشاكل	مشاكل خطيرة
الملوحة (ملليموز / سم)	أقل من ٠,٧٥	٠,٧٥ - ٣,٠	أكثر من ٣,٠
نسبة الصوديوم المدمص المعدل	أقل من ٣	٣ - ٩	أكثر من ٩
الكلورايد (ملليمكافىء / لتر)	أقل من ٤	٤ - ١٠	أكثر من ١٠
البورون (ملليجرام / لتر)	أقل من ٠,٧٥	٠,٧٥ - ٢	أكثر من ٢
النيترات أو الأمونيا (ملليجرام / لتر)	أقل من ٥	٥ - ٣٠	أكثر من ٣٠
البيكربونات (ملليمكافىء / لتر)	أقل من ١,٥	١,٥ - ٨,٥	أكثر من ٨,٥
الأس الأيدروجينى	أقل من ٦,٥	٦,٥ - ٨,٤	أكثر من ٨,٤

د - العكارة :

يؤخذ هذا العامل فى الاعتبار بصفة خاصة عند تقييم صلاحية مياه الري للإستخدام مع نظام الري بالرش أو التقيط .

هـ - العناصر المغذية : النيتروجين / الفوسفور / البوتاسيوم

يعتبر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم من المغذيات الرئيسية لنمو النبات ووجودها يحسن من قيمة المياه خاصة عند إستخدامها فى الري. وحينما تصرف هذه المياه إلى بيئة مائية فإن النيتروجين والفوسفور يؤدي إلى حدوث نمو للحشائش المائية الغير مرغوبة . أما عندما تصرف هذه المياه بكميات زائدة إلى الأرض يؤدي هذا إلى تلوث المياه الجوفية.

وجود هذه العناصر المغذية للنبات فى المياه يمكن أن يكون عاملا هاما فى توفير تكاليف الأسمدة المطلوبة وبالأخص النيتروجين والفوسفور.

و - العناصر الدقيقة Trace elements

هى مجموعة من العناصر المعدنية التى توجد فى مياه الري أو المياه العادمة أو التربة وبتراكيز قليلة لا تتجاوز عدة ملليجرامات / لتر لذا تعرف بالعناصر النادرة وتعرف هذه العناصر فى مجال تغذية النبات وخصوبة التربة بالعناصر الصغرى نظرا لدرجة تركيزها وليس لأهميتها .

وعادة لا تتضمن التحاليل الروتينية لمياه الري والتربة تقدير هذه العناصر الدقيقة . أما فى تحليل المياه العادمة فإن تحديد هذه العناصر يعد ضروريا خصوصا لو وجدت مياه المصانع طريقها إلى المياه العادمة ، وبالرغم من أن بعض هذه المعادن يعد ضروريا لتغذية النبات فإن وجودها بتركيزات عالية فى مياه الري يمكن أن تكون له آثار سمية ضارة بالنبات ويوضح الجدول رقم (٤-٧) الحدود المسموح بها من العناصر النادرة فى مياه الري . والمعادن التى تعد ضرورية لتغذية النبات هى الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس والبورون والموليبدنم .

أما أكبر المخاطر الصحية فيما يتصل بهذه العناصر هى المخاطر المرتبطة بتلوث المحاصيل ، وأخطر هذه العناصر الكاديوم والسيلينيوم والزنبق ويساعد إنخفاض رقم حموضة التربة (أقل من ٦) على إحداث هذا الأثر .

وبالإضافة الى المعايير الواردة فى البند السابق، فإنه يجب مراعاة المعايير التالية والمنصوص عليها فى الباب السادس من القرار رقم ٨ لسنة ١٩٨٣ بشأن اللائحة التنفيذية للقانون رقم ٨ لسنة ١٩٨٢ فى شأن حماية نهر النيل والمجارى المائية من التلوث على النحو التالى:

حددت المادة (٦٠) معايير ومواصفات المياه العذبة التى يرخص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إليها.

حددت المادة (٦١) معايير الترخيص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة الى مسطحات المياه العذبة.

حددت المادة (٦٥) المعايير التى يجب أن تتوافر فى مياه الصرف قبل رفعها الى مسطحات المياه العذبة .

جدول رقم (٤-٧) أعلى تركيز مسموح به للعناصر الثقيلة في مياه الري

العنصر	التركيز الأقصى ملليجرام / لتر	ملاحظات
الومينيوم	٥,٠	يسبب تلف المحاصيل في التربة الحمضية ($pH < 5.5$)
أرسينيك	٠,١٠	تتراوح درجة الخطورة على المحاصيل من ١٢ ملليجرام / لتر للبرسيم السوداني إلى ٠,٥٥ ملليجرام / لتر للأرز.
بيريليوم	٠,١٠	تتراوح درجة الخطورة على المحاصيل من ٥ ملليجرام / لتر للفت إلى ٠,٥ ملليجرام / لتر لشجيرات الفاصوليا
كادميوم	٠,٠١٠	لا بد من عمل احتياطات كافية لمنع تراكمه في النبات حيث يسبب أضرار بالغة على الحصة
كوبالت	٠,٥٥٠	يزيد تأثيره الضار في التربة الحمضية
كروم	٠,١٠	لا توجد معلومات كافية عن تأثير على النبات ولذا يوصى بعمل احتياطات كافية.
نحاس	٠,٢٠	ضار جدا بعدد من المحاصيل عند تركيز ١,٠ إلى ٠,١ ملليجرام / لتر
فلوريد	١,٠	نقل الخطورة في التربة القاعدية
حديد	٥,٠	غير ضار بالنبات في التربة جيدة التهوية وقد يسبب نقص الفوسفور والموليبدنوم - أيضا يسبب مشاكل عند الري بالرش من أعلى
ليثيوم	٢,٥٠	مماثل للبورون في التأثير
منجنيز	٠,٢٠	ضار جدا بعدد من المحاصيل خاصة في التربة الحمضية
موليبدنوم	٠,٠١٠	ضار بالماشية عند تغذيتها بعلف مزروع بأراضي غلبه بالموليبدنوم.
نيكل	٠,٢٠	ضار جدا بعدد من المحاصيل عند تركيز ٠,٥ إلى ١,٠ ملليجرام / لتر ونقل في التربة القاعدية.
رصاص	٥,٠٠	يمنع نمو النبات عند التركيزات العالية.
سيلينيوم	٠,٠٢	برغم أهميته لغذاء الماشية لكن بتركيز منخفض جدا حيث أن زيادته ضارة جدا بالنبات وسامه للماشية.
تتجستين	—	ضار ولكن نسبة الضرر غير معروفة حتي الآن
قصدير	—	ضار ولكن نسبة الضرر غير معروفة حتي الآن
تيتانيوم	—	ضار ولكن نسبة الضرر غير معروفة حتي الآن
فاناديوم	٠,١٠	ضار جدا بعدد من النباتات عند تركيزات منخفضة نسبيا
زنك	٢,٠	ضار جدا بعدد من النباتات عند تركيزات مختلفة ، نقل أضراره عند $pH > 6.0$ وكذلك في التربة ذات الحبيبات الدقيقة أو العضوية

٢-٣-٢-٤ معايير نوعية مياه الصرف المناسبة لرى بعض المحاصيل المختلفة تحت الظروف المصرية

عن طريق جمع نتائج الدراسات التى تمت فى مصر عن إستخدامات المياه المنخفضة النوعية فى الري أمكن توضيح العلاقة بين ملوحة مياه الري وبين إنخفاض الإنتاجية المحصولية ... وفيما يلى ملخص لأهم هذه النتائج والتى توضح درجات تركيز الأملاح فى مياه الصرف المستخدم فى الري والتى يبدأ عندها إنخفاض الإنتاجية بالنسبة للمحاصيل الرئيسية فى الدورات الزراعية المصرية:

- القطن يتحمل الري بمياه ذات ملوحة تصل إلى ٤٠٠٠ ملليجرام / لتر دون أى إنخفاض فى المحصول ، وتنخفض إنتاجية المحصول بنسبة ٢٥٪ عند الري بمياه ذات ملوحة تصل إلى ٦٠٠٠ ملليجرام / لتر .
- الأرز يتحمل الري بمياه ذات ملوحة تصل إلى ١٠٠٠ ملليجرام / لتر دون أى نقص فى المحصول.. بينما تنخفض الإنتاجية بنسبة ١٨٪ إذا كانت ملوحة مياه الري ١٥٠٠ ملليجرام / لتر وبصفة عامة تبدأ الإنتاجية فى الإنخفاض حين تزيد ملوحة طبقة التربة السطحية عن ١,٥ ملليموز/سم.
- القمح يتحمل الري بمياه ذات ملوحة تصل إلى ٢٥٠٠ ملليجرام / لتر بدون أى نقص فى المحصول ويحدث نقص فى المحصول بنسبة ٢٠٪ عند إستخدام مياه ري ذات ملوحة تصل إلى ٤٠٠٠ ملليجرام / لتر ويبدأ الإنخفاض الشديد فى إنتاج الحبوب مع زيادة ملوحة التربة بين (٤,٥ - ١٥) ملليموز/سم.
- الشعير لا تتأثر إنتاجيته عند إستخدام مياه ري ذات ملوحة تصل إلى ٢٠٠٠ ملليجرام / لتر وعند إستخدام مياه ري ذات تركيز ٣٠٠٠ ملليجرام / لتر ، يحدث نقص فى الإنتاجية بنسبة ٢٠٪ . وقد وجد أنه يتحمل ملوحة تربة تصل الى نحو ٦ ملليموز/سم.
- البرسيم يعتبر من المحاصيل الحساسة جدا للملوحة ولا يتحمل ملوحة أكثر من ٨٠٠ ملليجرام / لتر وتنخفض الإنتاجية بنسبة ٢٠٪ إذا زادت ملوحة مياه الري حتى ٢٠٠٠ ملليجرام / لتر.
- بالنسبة للبقوليات أوضحت النتائج أن ملوحة مياه الري أقل من ١٠٠٠ ملليجرام / لتر لا تؤثر على إنتاجية محصول الفول البلدى .. بينما يحدث إنخفاض فى إنتاجيته بمعدل ٢٧,٩ ، ٣٢,٦ ، ٤٥,٣ ، ٦٦,٢٪ عند إستخدام مياه ري ذات تركيزات (٢٠٠٠ ، ٣٠٠٠ ، ٤٠٠٠ ، ٨٠٠٠) ملليجرام على التوالي. وكذلك تنخفض إنتاجية محصول فول الصويا بمعدل ٣١,٢ ، ٣٧,٤ ، ٧٤٪ عند أستخدام مياه ري ذات تركيزات ملوحة ١٥٠٠ ، ٢٤٠٠ ، ٣١٠٠ ملليموز/لتر على التوالي:

وعموما فإن إستخدام مياه الصرف فى الري يقتضى مراعاة الآتى :

- ١ - إختبار نباتات تتحمل التركيزات الملحية فى مياه الري وتجنب النباتات الحساسة للملوحة.
- ٢ - تحسب الاحتياجات الغسيلية وتضاف إلى المقنن المائى .
- ٣ - يفضل إستخدام هذه النوعية من المياه فى الري فى الأتربة الخفيفة القوام .
- ٤ - فى حالة إرتفاع نسبة الصوديوم بالماء أو وجود نسبة (كربونات + بيكربونات) مرتفعاً ينصح بإستعمال الجبس إما بإضافته إلى التربة أو بخلطه مع ماء الري .
- ٥ - تراعى نسبة الخلط بين مياه الصرف مع مياه الترعى حتى ينخفض تركيز الأملاح عن الحدود المسموح بها .

- ٦ - من الممكن إستخدام مياه الصرف فى الري مباشرة بدون خلط مرة أو مرات ثم تناوب الري بماء عذب مع مراعاة أن يكون الري بالماء العذب فى الفترات الحساسة لنمو النبات.
- ٧ - كلما زاد تركيز الأملاح ومرت الري زادت الحاجة إلى الصرف وخاصة الصرف المغطى والعميق .

٤-٢-٤ أساليب إعادة إستخدام مياه الصرف فى الري

تعتبر سياسة إعادة إستخدام مياه الصرف الزراعي في أغراض الري واستصلاح أراضي جديدة في مصر من السياسات الثابتة التي تنتهجها وزارة المواد المائية والري لتعظيم مالدينا من موارد مائية لزيادة الإنتاج الزراعي رأسيا وأفقيا لمجابهة الزيادة المطردة في عدد السكان وما يحتاجه من غذاء وكساء .

- ولتحقيق إدارة سليمة للمياه بصفة عامه لابد من مراعاة مايلي :
- الري المتكرر لتقصير الفترة بين الريات وعدم تعرض التربة للجفاف.
 - تنظيم عمليات الري بمياه ملحية مع مياه عذبة.
 - تطبيق احتياجات الغسيل بالنسب السليمة .
 - إستخدام طرق الري المناسبة لمستوي تركيز الأملاح في مياه الري .

وإستخدام مياه الصرف لأغراض الري له بعض المحاذير من حيث التأثير المعاكس علي التربة وبالتالي علي الإنتاج المحصولي خصوصا علي المدى الطويل .. وللاستفادة من مياه الصرف لابد أن نكون علي دراية بالعوامل والمعايير التي تستخدم فيها مياه المصارف بل ولابد من معرفة الطرق الكفيلة لأجتناوب الأخطار المترتبة علي أستخدام المياه العالية الملوحة .. ومن المعروف أن هناك مصدرين لمياه الري : الأول : مياه نهر النيل وهى مياه عذبة ذات نوعية جيدة والآخر : مياه المصارف الزراعية وهى مياه ملحية ذات نوعية متدنية.

- وتتم عملية الري بالمياه العذبة مع المياه الملحية بالطرق الآتية :
- ١ - الخلط المباشر لمياه الصرف بالمياه العذبة بنسب معينة للحصول على مياه خلط ذات نوعية مناسبة.
 - ٢ - تبادل الري بالمياه الملحية والمياه العذبة.
 - ٣ - الري بكميات مياه أقل من الإحتياجات المائية.

٤-٢-٤-١ الخلط المباشر Direct Mixing

تسمح المقاييس والمعايير العالمية بإستخدام مياه الري تصل ملوحتها إلى ٢٠٠٠ جزء فى المليون فى الري بشكل مباشر أو بعد خلطها بالمياه العذبة بدون توقع حدوث مشاكل خطيرة خصوصا إذا تم إستخدام هذه المياه فى ري الأراضي الرملية الخفيفة .

ومن نتائج تحليل عينات مياه الصرف الزراعي التى قام بها معهد بحوث الصرف أمكن تقسيم مياه المصارف المتوفرة حسب ملوحتها إلى أربع أقسام رئيسية يعاد إستخدامها طبقا للمعايير الآتية :

- أ - أقل من ٧٠٠ جزء فى المليون : يمكن إستخدامها مباشرة فى الري
- ب - ٧٠٠ - ١٥٠٠ جزء فى المليون : تخلط بمياه عذبة بنسبة ١ : ١
- ج - ١٥٠٠ - ٣٠٠٠ جزء فى المليون : تخلط بمياه عذبة بنسبة ١ : ٢ ، ١ : ٣
- د - أكبر من ٣٠٠٠ جزء فى المليون : غير صالحة لأغراض الري فى الوقت الحالى.

ويوصى الباحثون بضرورة إجراء عمليات الغسيل بمياه عذبة بعد الري بماء ملحي كما يأتي :

- عند الري بمياه ملوحتها ١٠٠٠ جزء في المليون يجب الغسيل بمياه عذبة بعد ٢٠ ريه .
- عند الري بمياه ملوحتها ٢٠٠٠ جزء في المليون يجب الغسيل بمياه عذبة بعد ١٠ ريات .

وتوصى وزارة الموارد المائية والري عند إعادة استخدام مياه الصرف بما يلي :

- تخصيص مياه الري ما أمكن لري الأراضي القديمة بالدلتا والوادي أولا .
- توجيه مياه الصرف الزراعي والصحي إلى المناطق الجديدة التي تصلح نوعية أراضيها للزراعة والري بهذه المياه .
- استخدام مياه صرف الوجه القبلي للري في مواقع داخل زماماتها بدلا من صرفها في النيل والتي ترفع من ملوحتها .
- حساب الميزان الملحي بصفة مستمرة للأراضي المروية بهذه المياه وحساب الاحتياجات الغشائية .

٢.٤.٢.٤ تبادل الري بالمياه الملحية والعذبة Alternate Irrigation

يتوقف نجاح نظام تطبيق الري المتعاقب (تبادل الري بالمياه الملحية والعذبة) على مراحل نمو النبات المختلفة ومدى حساسيتها لنوعية المياه ... حيث يتم الري بالمياه العذبة في الفترات الحرجة من نمو النبات مثل فترة الإنبات وتكوين البادرات وفترة الإزدهار وعقد الثمار حيث تعتبر تلك الفترات من الفترات الحرجة في نمو النبات والتي تؤثر على الإنتاجية المحصولية بدرجة كبيرة .. ويتم الري بالمياه المالحة في الفترات الأخرى من مراحل نمو النبات .. وتعطى هذه الطريقة نتائج إيجابية مع الأخذ في الاعتبار تحديد مراحل نمو النبات المختلفة بدقة لتجنب التطبيق الخاطيء للري المتعاقب .

٣.٤.٢.٤ الري بكميات مياه أقل من الاحتياجات المائية Deficit Irrigation

يعتبر نظام الري بكميات مياه أقل من الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل من الأساليب المتبعة للتغلب على مشكلة نقص المياه ولكن تحت شرط توفر الماء الأرضي القريب من إنتشار الجذور ... كما يعتمد على نوع المحاصيل المنزرعة حيث أن بعض المحاصيل ذات جذور عميقة مثل القطن (١ - ١,٥ م) ، وبتطبيق هذا النظام في حالة توفر تلك الشروط (نوع المحصول وقرب الماء الأرضي) يشجع نظام الري بكميات قليلة تلك النباتات على نمو الجذور إلى طبقات أعمق في القطاع الأرضي والحصول على حاجتها من المياه وقد أثبت هذا النظام نجاحات في العديد من الدول .

٣-٤ المراجع

1. Comparing Environmental Health Risks in Cairo. PRIDE/USAID, September 1994.
 2. Irrigation Practices in relation to disease in man, strategic Research Program (NWRC), Environment and National Resources Policy and Training Project (EPAT). Winrock, USAID, August 1995.
 3. International standards, water quality sampling, part 2.
 4. Guidance on Sampling techniques ISD, 5667-2-1991.
 5. Guidance on the Preservation and handling of Samples ISD, 5667 – 3: 1994.
 6. Sampling for water quality, water quality branch, inland waters Directorates, OTTWA, Canada, 1983.
 7. Health guidelines for the use of Water in agriculture and aquaculture. Technical report Series No. 778, WHO. Genoa, 1989.
 8. Assessment of water quality. Harareles in Egypt. National water Conservation unit. March 1995.
 9. Water quality monitoring in Egypt. Final report for the Advisory Panel.
١٠. د/ سامى الحسينى، أثر التنمية على البيئة – الندوة الفنية عن تنمية منطقة بحيرة ناصر – أسوان – أكتوبر ١٩٩٥.

الباب الخامس أعمال الصيانة

١.٥ مجرى النيل

١.١.٥ عمل قطاعات عرضية على النيل بواسطة جهاز الجس الصوتى

أولاً : الغرض من عمل قطاعات لنهر النيل:

إن الغرض الرئيسى من عمل قطاعات عرضية لنهر النيل هو التعرف على شكل قاع النهر عن طريق المساحة الهيدروجرافية وتستخدم هذه القطاعات فى أغراض عدة منها على سبيل المثال وليس الحصر :

- دراسة حركة قاع النهر .
- دراسة الإطماء والنحر .
- دراسة وحماية جسور نهر النيل .
- دراسة مواقع مآخذ محطات مياه الشرب على نهر النيل .
- دراسة مواقع إنشاء كبارى علوية على نهر النيل .

وتعتمد المسافة بين كل قطاعين على الدراسة المطلوبة مع مراعاة أن يكون القطاع عمودى على مجرى نهر النيل.

ثانياً : الأجهزة والمعدات المطلوبة :

- لنش
- سيارة
- جهاز قياس مسافات Distomat بمشتملاته
- عاكس مجمع وآخر فردى
- جهاز جس صوتى بمشتملاته
- عدد (٣) شاخص بطول ٢ متر مثبت عليها رايات فسفورية اللون ليسهل تمييزها عما حولها .

ثالثاً : الأفراد اللازمين :

- مهندس (يعمل على جهاز - Distomat)
- فنى (لتسجيل قراءات جهاز Distomat أثناء العمل)
- فنى (يعمل على جهاز الجس الصوتى)
- عامل (يعمل على العاكس الفردى على البرين الغربى والشرقى)
- سائق للنش وبحارى
- سائق للسيارة

رابعاً : توضيح نوعية العمل بالموقع :

شكل رقم (١-٥) يوضح كروكى عام لقطاع عرضى بنهر النيل موضح عليه المعدات وفيما يلى خطوات العمل :

١ - عمل الميزانيات :

يمكن إستخدام جهاز Distomat فى عمل الميزانيات الأرضية كما يلى :

- يضبط الجهاز عند نقطة ثابتة وتكون الرؤية واضحة من أمامها وخلفها بالعين المجردة.
- يوضع العاكس بالحامل (الفردى) فى النقطة المراد معرفة منسوبها وتقاس المسافة المائلة من الجهاز مع تسجيل ارتفاع العاكس وكذا ارتفاع الجهاز .
- يتم إدخال الزاوية الرأسية بالجهاز وتصحيح المسافات لتعطى المسافات الأفقية والرأسية.
- تعتبر نقطة لقاء سطح الماء بالأرض هى أـ Datum (منسوب الصفر) وي طرح أو يضاف عليها المسافات الرأسية الأخرى .
- يضاف بعد ذلك إلى القراءات المقاسة (الرأسية) منسوب المياه الحقيقى والمقاس من مقاييس المياه المعروفة على النيل (إذا كان الموقع المراد دراسته قريب من هذه المقاييس) أو يحسب منسوب المياه (بالنسبة والتناسب) وذلك إذا كان الموقع بعيدا .

جدول رقم (١-٥) يحتوى على نموذج للقراءات والبيانات المطلوبة فى عمل الميزانيات الأرضية .

٢ - الجس الصوتى :

شكل رقم (٢-٥) يوضح رسم بيانى لقاع نهر النيل فى أحد المواقع وفيما يلى طريقة العمل :

- يضبط جهاز الـ Distomat على زر Track وهو يتيح للجهاز إستقبال قراءات مستمرة (وهى مائلة) .
- يوضع العاكس المجمع على اللنش ويربط جيدا أو يتناوله أحد العمال للحفاظ على إتجاهه نحو جهاز Distomat
- يضبط اللنش ويكون بإتجاه عمودى على النهر مستعينا بعدد ٢ شاخص براية فسفورية على الجانب المتجه إليه وذلك لمساعدة سائق اللنش على إستخدام مسار مستقيم قدر الإمكان. شكل رقم (٣-٥) .
- يفتح جهاز الجس الصوتى ويضبط أبعاد الرسم البيانى على حسب عمق النهر فى المنطقة المراد دراستها .
- يقف عامل يحمل راية فسفورية (بجوار جهاز Distomat) بحيث يشير إلى مشغل جهاز الجس الصوتى للإفادة بتسجيل العمق فى هذه النقطة .
- يبدأ اللنش بالتحرك فى إتجاه الراية والمنتحية (تكون أمام أو خلف جهاز الـ Distomat بحيث لا تعيق الرؤية أمام الجهاز) ويبدأ بتسجيل المسافات المائلة من جهاز Distomat عن طريق الفنى وفى نفس الوقت تقرأ المسافة تؤخذ علامة على جهاز الجس الصوتى . ويستمر حتى يصل اللنش إلى البر الآخر .

ویراعى ما یلى أثناء العمل :

أثناء عمل الميزانيات الأرضية يفضل أخذ قراءات تحت سطح المياه بالعاكس الفردى وذلك إذا ما كان اللنش غير قادر على الدخول إليها (لقلة منسوب المياه) وذلك فى البر الغربى أو الشرقى على السواء جدول (٢-٥) يحتوى على البيانات المطلوبة أثناء الجس .

خامسا : طريقة رسم القطاع :

لرسم القطاع الغربى لابد من تصحيح القراءات التى تم رصدها بالجهاز وفيما يلى طريقة التصحيح .

١- بالنسبة للميزانيات الأرضية :

منسوب سطح الجهاز (أ) = إرتفاع العاكس عن سطح المياه (h) + المسافة الرأسية (H)
عن سطح المياه (بإشارتها) .
منسوب النقطة (ب) = منسوب سطح الجهاز (أ) - إرتفاع العاكس عن (ب) - المسافة
الرأسية بإشارتها عند (ب) .

وبالتالى يعتبر منسوب النقطة (ب) المماثل إلى Y (المسافة الرأسية) والمسافة الأفقية D والى تماثل
X يتم حسابها كالتالى :

$$D = \sqrt{L^2 - H^2} \dots\dots\dots(5-1)$$

أو مباشرة من الجهاز بإدخال الزاوية الرأسية ويعطى الجهاز بعد ذلك المسافة الأفقية والرأسية .
شكل رقم (٣-٥) يوضح طريقة حساب منسوب سطحى الجهاز وكذلك أى نقطة .

٢- بالنسبة للجسة :

يمكن حساب المسافة الأفقية D المماثلة لـ X كما يلى :

$$D = \sqrt{L^2 - H^2} \dots\dots\dots(5-2)$$

حيث أن

D = هى المسافة الأفقية المراد معرفتها .
L = هى المسافة المائلة المسجلة بجهاز الـ Distomat
H = هى المسافة الرأسية وتحسب كالتالى :

$$H = Y - h \dots\dots\dots(5-3)$$

حيث أن $\Delta_{w.I}$ = هى المسافة الرأسية الكلية من سطح المياه إلى منسوب الجهاز .
h = هى إرتفاع العاكس المجمع عن سطح المياه .

أما بالنسبة للمسافات الرأسية والى تماثل (Y)

تؤخذ المسافات الرأسية من الرسم البيانى لجهاز الجس الصوتى وتطرح من منسوب المياه الحقيقى مع
الآخذ فى الاعتبار أن كل مسافة أفقية بطريقة جهاز الـ Distomat لها عمق مسجل على الرسم البيانى
الخاص بجهاز الجس الصوتى .

شكل رقم (٤-٥) يوضح طريقة تصحيح القراءات المائلة أثناء الجس الصوتى .

٣- الشكل العام للقطاع العرضى لنهر النيل :

يجب مراعاة الشكل العام بالقطاع العرضى لنهر النيل ، وفيما يلى أمثلة لطريقة الرفع المساحى لأشكال
مختلفة من القطاعات العرضية :

(أ) أن يكون قطاع نهر النيل به خور أو منطقة ضحلة قليلة العمق بحيث لا يسمح بمرور لنش المساحة كما هو موضح بالشكل ٥-٥ أ . وبالتالي يتم الرفع المساحي للمسافات D_1 ، D_2 ، D_3 رفع ميزانيات كما تم توضيحها في بند رابعا (١) والجزء المتبقى من القطاع يتم رفعه مساحيا عن طريق الجس الصوتي كما تم توضيحه في بند رابعا (٢) .

(ب) أن توجد جزيرة ظاهرة بوسط القطاع ومنسوب المياه يسمح بمرور اللنش من أمام وخلف الجزيرة كما هو موضح بالشكل ٥-٥ ب وبالتالي يتم الرفع المساحي للمسافات D_1 ، D_2 ، D_3 رفع ميزانيات مع الأخذ في الاعتبار رفع وش المياه حول الجزيرة ورفع المجرى الرئيسى والفرعى عن طريق الجس الصوتي .

(ج) أن توجد جزيرة غاطسة بوسط القطاع ومنسوب مياه النيل يسمح بمرور اللنش من أمام وخلف الجزيرة ولا يسمح بمرور اللنش من فوق الجزيرة كما هو موضح بالشكل رقم ٥ - ٥ - ج وعليه يتم رفع الجزيرة الغاطسة (D_2) رفع ميزانيات وبالمثل البرين D_1 ، D_3 أما المجرى الرئيسى والفرعى فيتم رفعهما عن طريق الجس الصوتي.

ملحوظة :

يتم عمل الميزانيات للبرين (الغربى والشرقى) أولا وأما بالنسبة للجزر الغاطسة منها أو الظاهرة فيمكن عملها أثناء الجس الصوتي مع الأخذ في الاعتبار تجميع بيانات الميزانيات مع بيانات الجس الصوتي وذلك لرسم القطاع كاملا في نهاية العمل .

٤- جهاز قياس المسافات Distomat

وهو عبارة عن جهاز لقراءة المسافات الأفقية والرأسية ويتكون من جزئين رئيسيين هما :

- أ - تيودوليت ضوئى Opitcal Theodolite
- ب - جهاز إرسال وإستقبال ومضات والتي تستخدم فى قياس المسافات.

إستخداماته :

يستخدم فى جميع الأغراض المساحية مثل :

- ١ - عمل الميزانيات الأرضية
- ٢ - عمل القطاعات العرضية بنهر النيل (تحديد مكان اللنش أثناء الحركة)
- ٣ - عمل الترافيرسات .

مشماتته :

- ١ - حامل للتيودوليت
- ٢ - بطارية
- ٣ - شاحن بطارية
- ٤ - حامل ثلاثى
- ٥ - عاكس (فردى - مجمع)

٥- جهاز الجس الصوتى

وهو عبارة عن جهاز لقياس أعماق الأنهار والبحار ويختلف نوعه باختلاف إستخداماته . ويعمل بإرسال نبضات أو موجات صوتية عبر المياه حتى تصل إلى القاع وتردد مسجلة بذلك العمق .

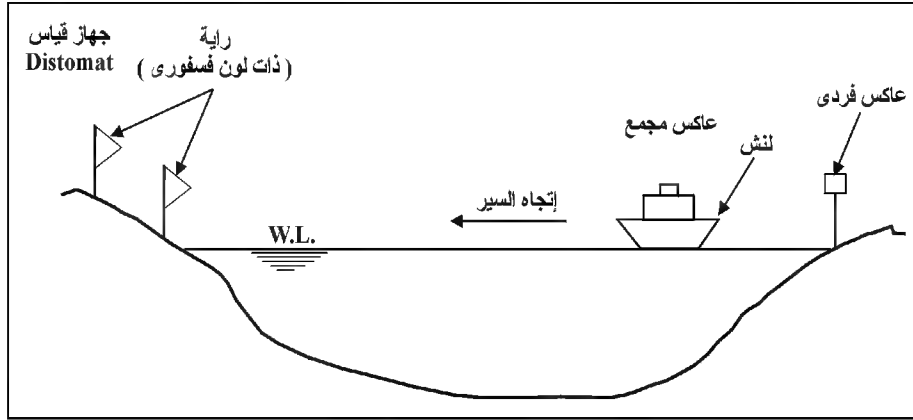
العوامل المؤثرة على قياس الأعماق

- ١- درجة الحرارة
 - ٢- العمق
- إن درجة حرارة المياه لها تأثير كبير على مدى كفاءة قياس الأعماق لذا لابد من إجراء معايرة لجهاز الجس الصوتى كلما تغيرت درجات حرارة طبقات المياه .

إستخداماته :

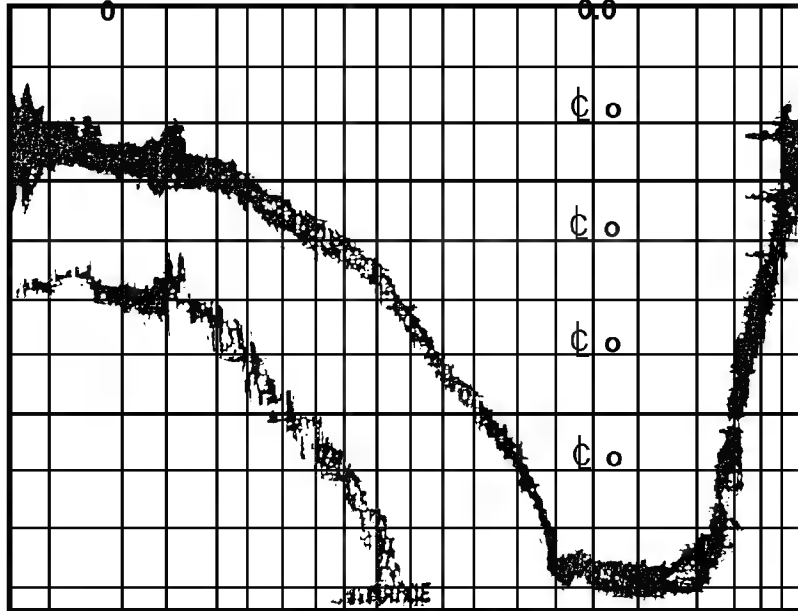
يستخدم هذا الجهاز فى رفع الأعماق لكل من :

- ١- الأنهار : ويستخدم جهاز جس صوتى ذو تردد عالى .
- ٢- البحار والمحيطات : ويستخدم جهاز جس صوتى ذو تردد منخفض .



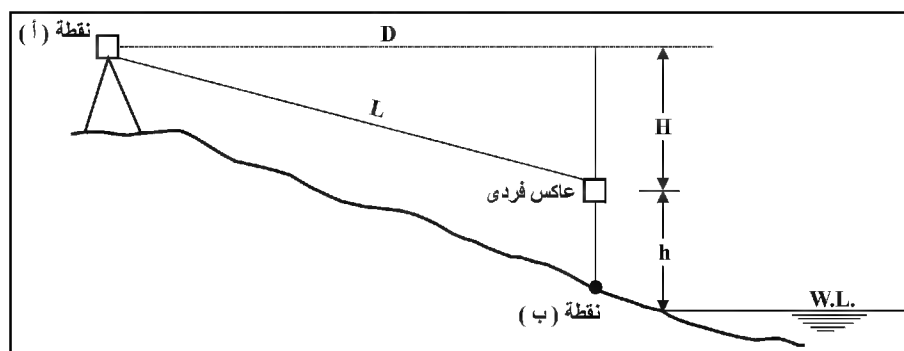
شكل رقم (١ - ٥)

كروكى عام لقطاع عرضى موضح عليه المعدات والأفراد

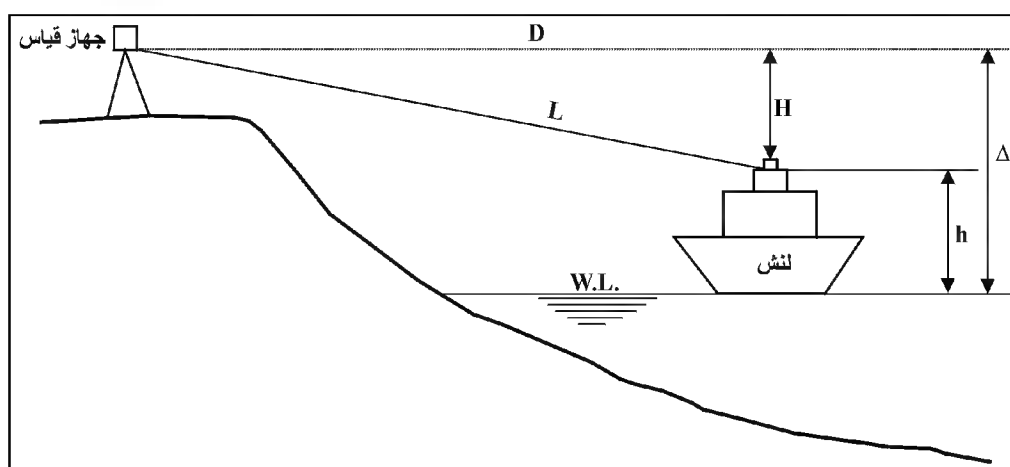


شكل رقم (٢ - ٥)

رسم بيانى مستخرج من جهاز الجس الصوتى يوضح شكل قاع النيل



شكل رقم (٣ - ٥)
طريقة تصحيح القراءات المائلة لجهاز قياس المسافات (أثناء عمل الميزانيات)



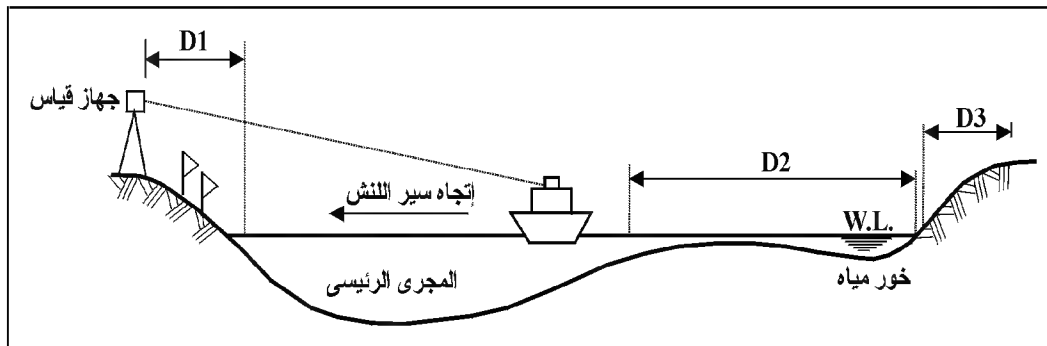
شكل رقم (٤ - ٥)
طريقة تصحيح القراءات المائلة لجهاز قياس المسافات (أثناء الجس الصوتي)

جدول رقم (١ - ٥)
نموذج (١)

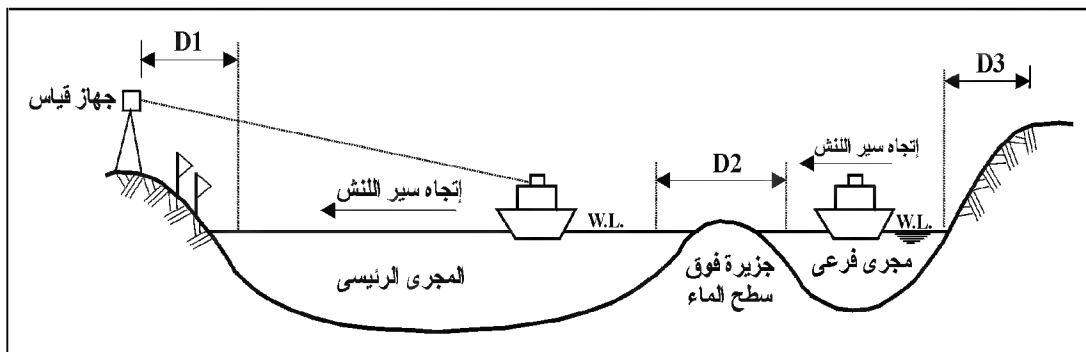
الموقع / كم	التاريخ		
قطاع رقم	البر		
المقياس / كم	المقياس / كم		
المنسوب	المنسوب		
الميزانية			
موقع الجهاز			
المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	ارتفاع العاكس	ملاحظات

جدول رقم (۵ - ۲)
نموذج (۲)

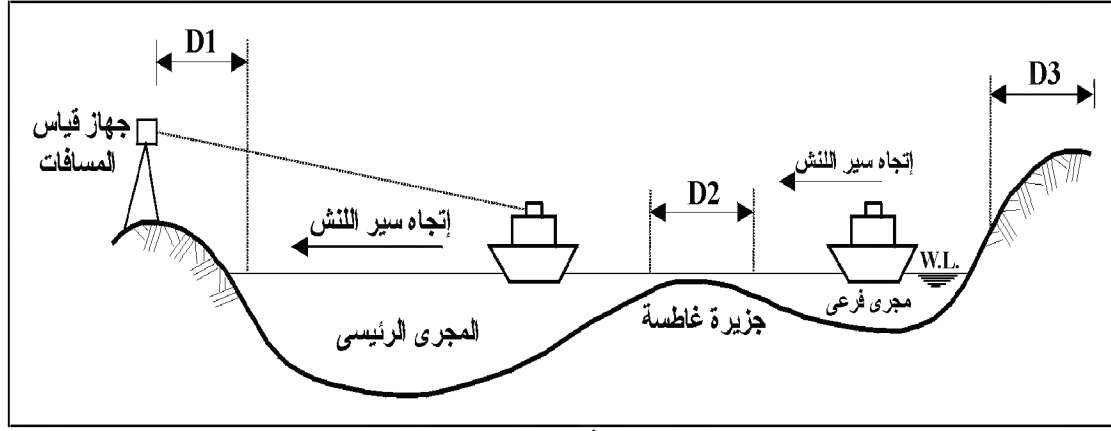
الجس					
ارتفاع العاكس فوق المقاس			موقع الجهاز:		
بعد العاكس عن سماعة جهاز الجس			إلى	من	الجس
عدد النقاط					كروكي



شكل رقم ٥ - ٥ - أ



شکل رقم ۵ - ۵ - ب



شكل رقم ٥ - ٥ - ج

٢-١-٥ هيدروليكا الأنهار

على عكس السريان فى المواسير فإنه فى حالة السريان فى الأنهار يكون خط الميل الهيدروليكي منطبقا مع السطح المكشوف للنهر . وعليه فإن مساحة القطاع المائى تزداد أو تنقص تبعا للتصرف المار بالنهر.

٣-١-٥ مورفولوجية نهر النيل

١-٣-١-٥ إتزان النهر وأشكاله وتعرجاته

فى حالة الأنهار الرسوبية يكون عمق المياه لا يتوقف فقط على تصرف النهر بل كذلك على عرض النهر (w) وميل خط الطاقة (S) . ويمكن تقسيم الأنهار الرسوبية إلى :

- أ - أنهار يحدث بها ترسيب (Aggrading) .
- ت - أنهار يحدث بها نحر (Degrading) .
- ج - أنهار متزنة

والأنهار المتزنة هى التى أصبح ميل القاع بها والقطاع قادرين على نقل تصرف المياه والمواد الرسوبية القادمة من حوض النهر .

وقد أعطى لين (Lane) المعادلة الآتية :

$$Q_s \cdot D_{50} = Q \cdot Se \quad (5-4)$$

حيث (Q_s) هو تصرف المواد الرسوبية ، (D_{50}) هو القطر المتوسط للحبيبات ، (Q) هو تصرف المياه ، (Se) هو ميل خط الطاقة .

ومن هذه المعادلة يتبين أنه إذا زادت (Q_s) فإن (D_{50}) لابد أن تقل ، كما أن (Se) لابد أن تزيد أما إذا قلت (Q_s) فإن (D_{50}) تزيد وتقل (Se) .

وعند زيادة (Se) أو قلتها فإن المواد الرسوبية إما أنها تؤخذ من قاع النهر أم إنها تترسب على قاع النهر .

وشكل النهر يمكن أن يكون ، شكل (٥ - ٦) :

- أ - مستقيم (Straight) .
- ب - متعرج ذو ميل صغير (Meandering) .
- ج - متشعب وبه جزر وذو ميل كبير (Braiding) .

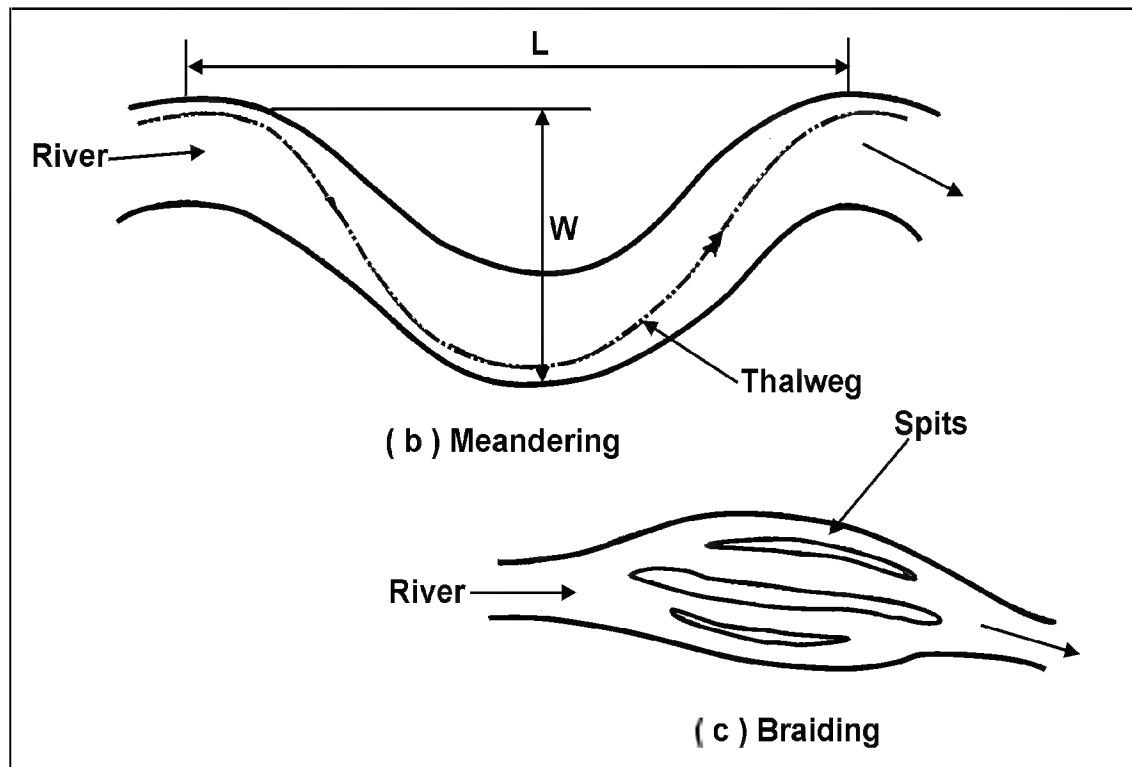
وقد أعطى ليوبولد وولمان (Leopold and Wolman, 1957) قيمة للميل (S) إذا زاد النهر عنها تكونت به الجزر (Braided) وإذا قل عنها نتجت به تعرجات (Meanders) كالآتى :

$$S = 0.10 Q^{-0.44} \quad (5-5)$$

حيث (Q) هو التصريف بالمتر المكعب / الثانية.

وقد أعطى هندرسون (Henderson 1966) معادلة أخرى أخذاً فى الاعتبار قطر حبيبات المواد الرسوبية على قاع النهر كالآتى :

$$S = 0.517 \cdot D_{50}^{1.14} \cdot Q^{-0.44} \quad (5-6)$$



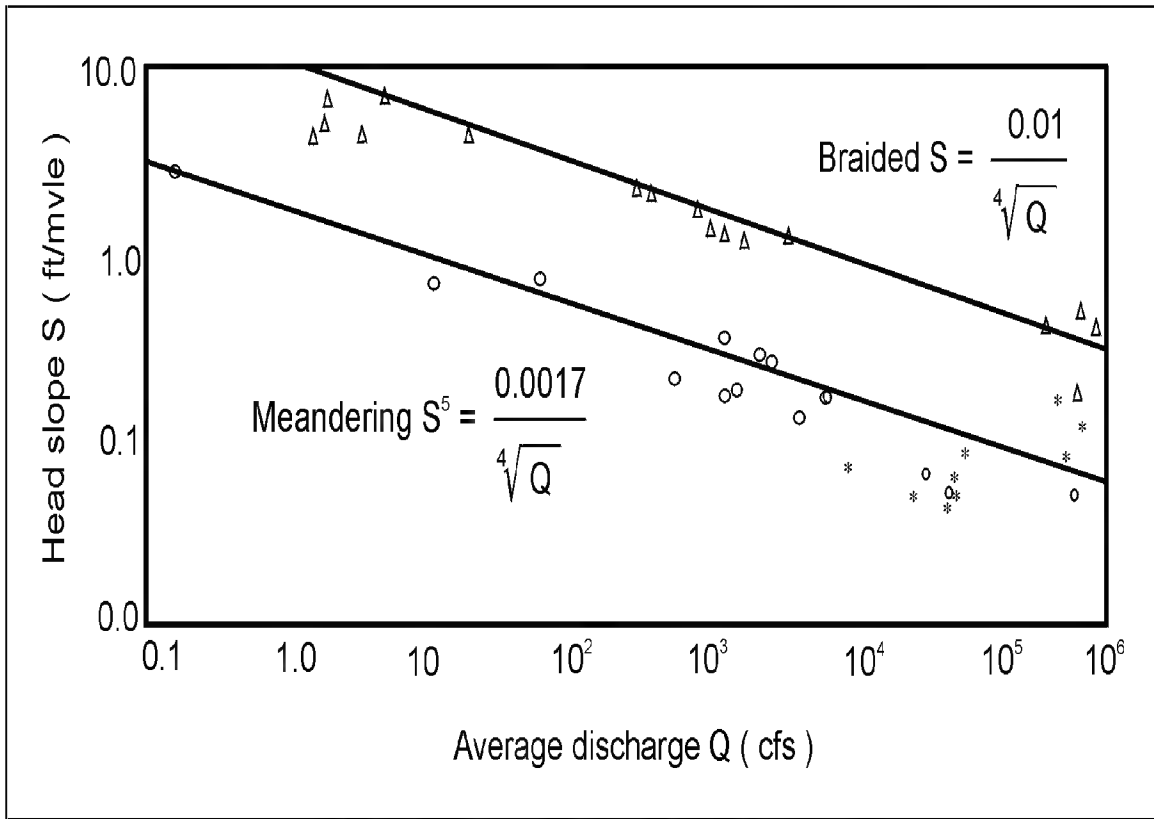
شكل رقم (٦-٥) الأنهار المتعرجة والتي بها جزر

حيث (D_{50}) بالمتر * (Q) بالمتر المكعب / الثانية .

وفد أعطى لين (Lane 1957) علاقة للأنهار المتعرجة والتي بها جزر ، شكل (٧-٥) كالآتي :

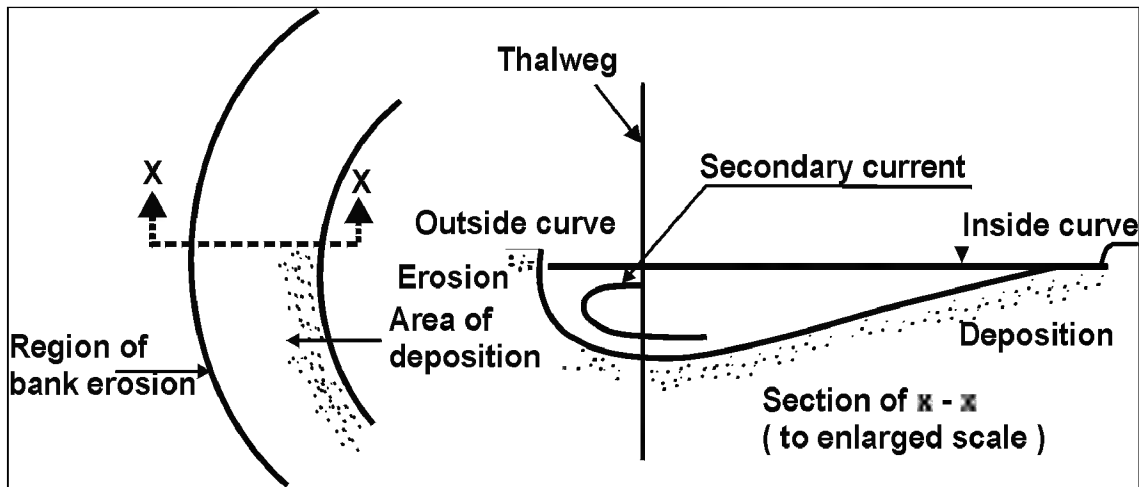
$$S = \frac{K}{\sqrt[4]{Q}} \quad (5-7)$$

حيث (S) هو ميل النهر ، (K) معامل يتوقف على شكل النهر ، (Q) هو التصريف المتوسط بالقدم المكعب / الثانية ومن هذه المعادلة يتضح أنه كلما زاد ميل النهر (S) كلما زادت به الجزر وكلما قل الميل كلما زادت التعرجات بالنهر .



شكل رقم (٧-٥) العلاقة بين الميل والتصريف

وتعرف درجة التعرج (Sinuosity) بأنها النسبة بين طول النهر إلى طول الوادي وفي معظم الأحوال تكون هذه النسبة تساوى (١,٥) أما إذا زادت هذه النسبة عن (١,٥) فإن النهر يكون أكثر تعرجاً . وتحدث التعرجات نتيجة للتيارات الثانوية (Secondary Currents) التي توجد عند الإنحناءات في النهر (Bends) حيث تكون الأعماق غير متساوية في القطاع ويكون عمق أكبر في الإنحناء الخارجى وعمق أصغر في الإنحناء الداخلى ويسمى الخط الوهمى الواصل بين الأعماق الكبيرة وإنحناءات النهر (Thalweg) ويعمل ذلك على زيادة إنحناءات النهر بطريقة مستمرة ، شكل رقم (٨-٥) .



شكل رقم (٨-٥) الترسيب والنحر فى المنحنيات

وقد أعطى ليوبولد وولمان Leopold and Wolman 1957 العلاقات الآتية :

$$\text{Wave Length (L)} = (7 \rightarrow 11) B$$

$$\text{Radius of Curvature (r)} = (2 \rightarrow 3) B$$

$$\text{Amplitude or Meanderbeit width } w = (10 \rightarrow 20) B$$

وقد أعطى إنجلز Inglis المعادلة الآتية :

$$L = C_L (Q_{\max})^{1/2} \quad (5-8)$$

حيث (L) هو طول موجة التعرج ، (C_L) ثابت يساوى (٥٠) تقريبا بنظام S-1 Units ، (Q_{\max}) هو التصرف الأقصى الممكن حدوثه خلال ١٠٠ سنة كما أنه أعطى العلاقة الآتية :

$$W = C_W \cdot (Q_{\max})^{1/2} \quad (5-9)$$

حيث (C_W) ثابت يساوى تقريبا $\left(\frac{1}{2} C_L = 25 \right)$ وبذلك تكون نسبة التعرج هى :

$$\text{Meander ratio} = \frac{W}{L} = \frac{C_W}{C_L} = \frac{1}{2}$$

وقد أعطى ليوبولد وولمان (Leopold and Wolman) المعادلات الآتية بالقدم :

$$L = 10.9 \cdot B^{1.01} \quad (5-10)$$

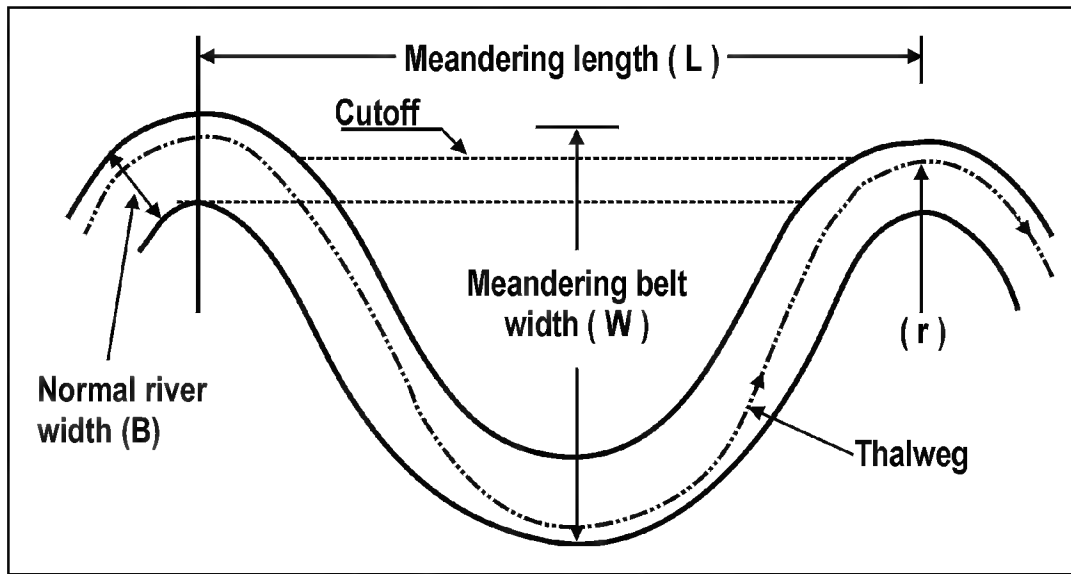
$$a = 2.7 \cdot B^{1.1} \quad (5-11)$$

$$L = 4.7 \cdot r_c^{0.98} \quad (5-12)$$

حيث (L) هو طول الموجة بالقدم ، (a) هو عرض الموجة بالقدم ، (r_c) هو نصف قطر الإنحناء بالقدم شكل (٩-٥) .

وإذا تم تقريب الأسس إلى الواحد الصحيح يكون الحد الأقصى للإنحناءات في النهر (r_c) هو :

$$r_c = 2.4 \cdot B$$



شكل رقم (٩-٥) معاملات المنحنى

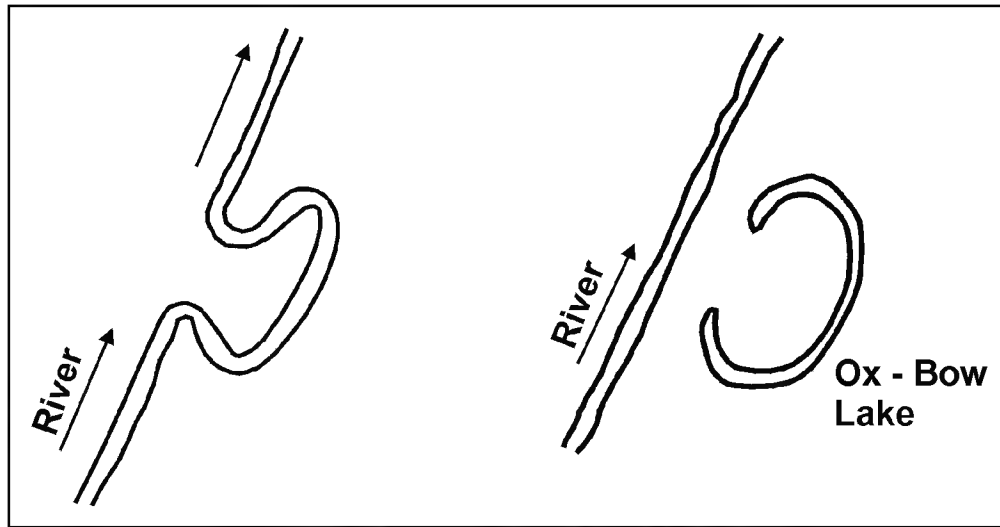
القطوع Cutoffs

يقوم النهر بعمل قطوع في الإنحناءات الكبيرة نتيجة لتغير النحر فيها وينتج عن ذلك انفصال هذه الإنحناءات كبحيرة منفصلة تعرف باسم "Ox-Bow Lakes" وهي تحدث عند قيام النهر بتعديل ميله بعد زيادة طوله بدرجة كبيرة نتيجة للإنحناءات ، شكل رقم (١٠-٥) .

ويمكن عمل القطوع في النهر بطريقة صناعية كنوع من تهذيب النهر ، وإذا تم ذلك يحدث تقليل في طول النهر ويزداد الانحدار ويقوم النهر بتعديل إنحداره بزيادة طوله عن طريق إستحداث إنحناءات جديدة .

التصرف السائد Dominant Discharge

في حساب دراسات مورفولوجية النهر يستخدم تصرف معين باسم " التصرف السائد " وهو يساوى من ($1/2 \leftarrow 2/3$) التصرف الأقصى في النهر وهذا التصرف هو الذى يحدد إتزان النهر وإنحداره وإنحناءاته .



شكل رقم (١٠-٥) القطوع والبحيرات المنفصلة

التصرف المار حتى أعلى الجسور Bank full Discharge
يستخدم هذا التصرف في دراسة تكون مجرى النهر وتغير قطاعه . وقد أعطى وليامز (Williams) العلاقة الآتية للتصرف المار حتى أعلى الجسور (Q_f) بالمتر المكعب في الثانية :

$$Q_f = 4.0 A_f^{1.21} S^{0.28} \quad (5-13)$$

حيث (A_f) هي مساحة القطاع المائي حتى أعلى الجسور ، (S) هو ميل سطح المياه .

- قطاع النهر Hydraulic Geometry
يوجد عدد من المعادلات تحدد العلاقة بين عمق المياه (d) ، عرض النهر (B) ، والسرعة المتوسطة في القطاع (V) كالآتي :

$$B = a \cdot q^b$$

$$d = c \cdot q^f$$

$$v = k \cdot q^m$$

حيث (q) هو التصرف لوحدة العرض ، (a, b, c, f, k, m) هم معاملات عددية .
ولتحقيق معادلة الإستمرار (Continuity Equation) يكون :

$$q = B \cdot d \cdot v$$

ومنها يكون :

$$a \cdot c \cdot k = 1$$

$$d + b + f + m = 1$$

وقد أعطى ليوبولد ومادوك (Leopold and Maddock 1953) القيم الآتية :

$$b = 0.26 , \quad f = 0.4 , \quad m = 0.34$$

وحيث أن (f) أكبر من (b) ، فإن عمق المياه (d) عند قطاع معين يزيد مع التصريف بدرجة أسرع منه مع العرض (B) .

أى أن نسبة العمق تزيد مع زيادة التصريف (q) .

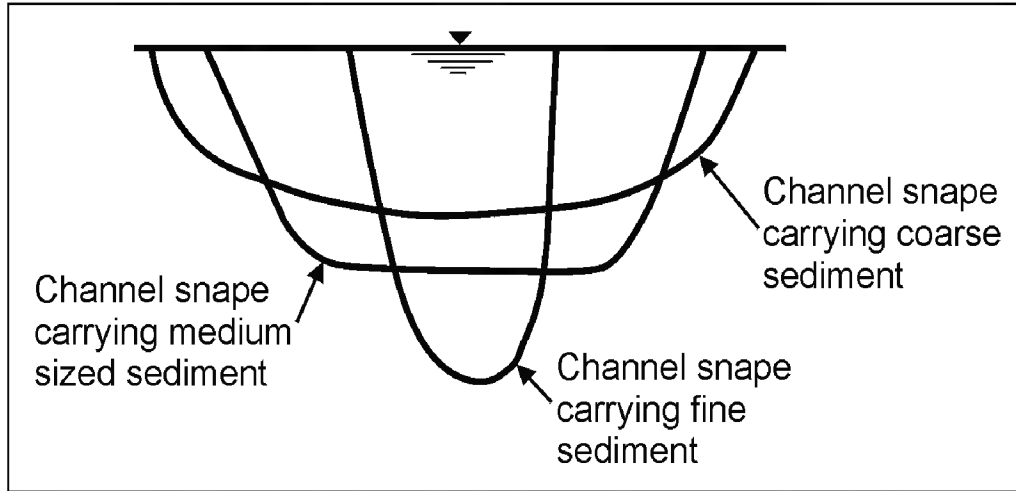
وقد أعطى لاسى (Lacey) العلاقة الآتية :

$$p = 4.75 \sqrt{Q} \quad (5-14)$$

حيث (p) هو المحيط المبثل ، (Q) هو التصريف السائد بالمتري المكعب فى الثانية .

وقد وجد لاسى أن قطاعات الأنهار تأخذ شكل نصف قطع ناقص (Semielliptical) .

وكلما زادت خشونة المواد الرسوبية كلما تسطح القطع الناقص وازداد عرض القطاع ، وكلما أصبحت المواد الرسوبية ناعمة كلما إقترب شكل القطع الناقص من شكل الدائرة شكل (١١-٥) .



شكل رقم (١١-٥) تأثير حجم المواد الرسوبية على قطاع النهر

وقد أعطى بيتس (Pettis) العلاقات الآتية :

$$v = 0.5 Q^{0.2} \quad (5-15)$$

$$\text{and } A = 2.0 Q^{0.85} \quad (5-16)$$

حيث (v) هى السرعة بالمتري / الثانية ، (Q) هو التصريف بالمتري المكعب فى الثانية ، (A) هى مساحة القطاع بالمتري المربع .

١.٥-٣ إنشاء ومد منحنى التصريف مع المنسوب (Rating Curve)

إنشاء منحنى التصريف مع المنسوب

فى مواقع التصريف الثابتة والتي تتوفر فيها الشروط السابق ذكرها يكون من المفيد جدا إنشاء أو رسم منحنى التصريف مع المنسوب حيث يمكن إستخدامه لإستنتاج قيمة التصريف بمعرفة منسوب سطح الماء فى هذا الموقع .

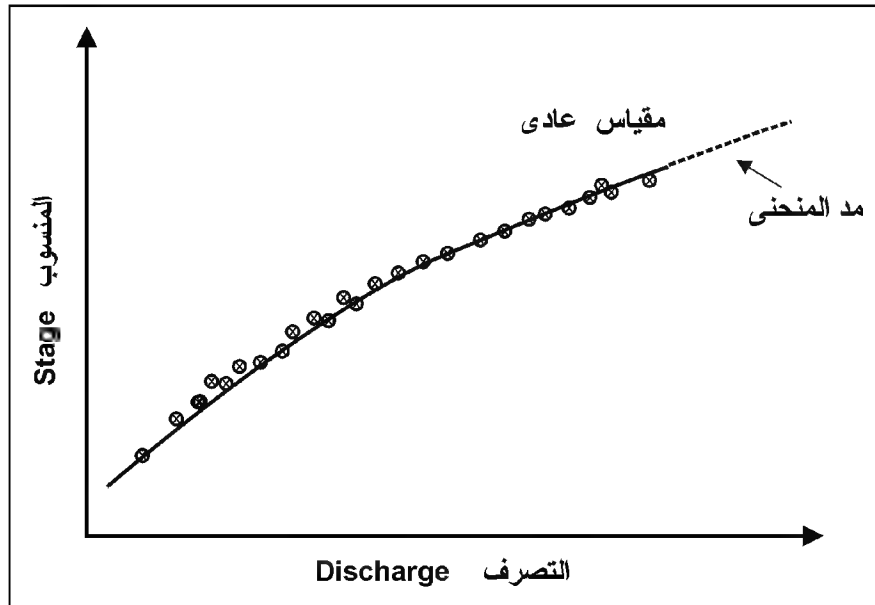
ويمكن رسم هذا المنحنى عند توفر عدد كبير من قياسات التصريف والتي تتفاوت قيمتها من أقل إحتياجات إلى أقصى إحتياجات ويشترط أن تكون البيانات الموجودة عن التصريف ممثلة لقيم مختلفة بين أقل إحتياجات وأقصى إحتياجات أى يجب توفر قياسات للتصريف على مدار العام لتغطى جميع الحالات ويكون رسم هذا المنحنى بطريقة التوصيل بمنحنى يصل أكبر عدد من النقاط (يدويا) أو بإستخدام لوغاريتمى الكمبيوتر لمحاولة إيجاد منحنى يمثل هذه العلاقة (مثل Logarithmic) أنظر شكل رقم (١٢-٥) وعادة يمكن تمثيل هذا المنحنى بالعلاقة الآتية :

$$\text{التصريف} = أ \times (\text{المنسوب} - ب)^{\epsilon}$$

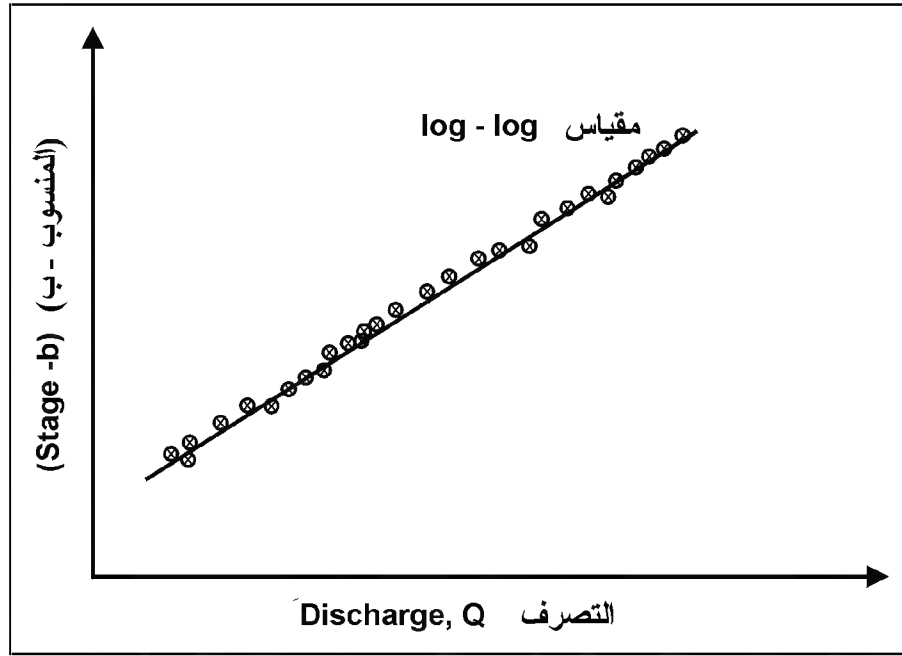
$$Q = K (stage - a)^b \text{ أو } Q = K (stage - a)^b$$

حيث أ ، ب ، ج ثوابت
" K , a , b " ثوابت

ويمكن تمثيل هذه المعادلة بخط مستقيم على ورق لوغاريتمى (log - log) إذا أخذ التصريف على محور السينات و (المنسوب - ب) . على محور الصادات (أنظر شكل رقم ٥ - ١٣) .
ولكن فى معظم الأحوال يكون الثابت "ب" غير معلوم .



شكل رقم ١٢-٥ إنشاء منحنى التصريف مع المنسوب



شكل رقم ١٣-٥ العلاقة بين التصريف ، (المنسوب - ب) على مقياس log - log

٣-٣-١-٥ مد منحنى التصريف مع المنسوب

إذا كان المطلوب معرفة التصريف المقابل لمنسوب عالى خارج حدود المنحنى فإنه يمكن مد المنحنى بإحدى طريقتين .

الطريقة الأولى :

الطريقة اليدوية وفيها يتم مد المنحنى الموضح فى شكل رقم (١٢-٥) باليد .

وتصلح هذه الطريقة إذا كان الفرق بين أعلى منسوب ممثل فى المنحنى والمنسوب المطلوب إيجاد التصريف له ليس كبيراً أما إذا كان هذا الفرق كبيراً فإن المد بهذه الطريقة يعطى نتائج غير دقيقة .

الطريقة الثانية : الطريقة اللوغاريتمية :

وتتمثل المشكلة فى هذه الطريقة أساساً فى عدم معرفة قيمة الثابت "ب" .

ولهذا تستخدم طريقة التجربة والخطأ لتحديد قيمة ب بواسطة الرسم على ورق Log - Log فيفرض لها قيمة ثم يحسب (المنسوب - ب) ويوقع مع التصريف فإذا كان المنحنى مقعراً إلى أعلى (أنظر الشكل رقم ١٤-٥) فيتم زيادة "ب" وإذا كان مقعراً إلى أسفل فيتم إنقاص قيمة "ب" حتى نصل إلى خط مستقيم وتكون هذه قيمة "ب" ويمكن من الخط المستقيم أو تحديد قيمة الثوابت أ ، ج استخدام المعادلة لإيجاد التصريف المقابل لمنسوب معين كما يلى :

بعد تحديد قيمة "ب" تزداد هذه القيمة بواحد صحيح لتصبح ب + ١

ويقرأ التصريف المقابل لمنسوب ب + ١ فيكون هو قيمة أ

وكمثال لنفرض أن $b = 5,2$ فتقرأ قيمة التصرف المناظرة لمنسوب $6,2$ م ولنفرض أنها 536 م³ فيكون $a = 536$

بعد ذلك بمعلومية a ، b وبالتعويض بأى قيمتين للتصرف والمنسوب تصبح المعادلة معادلة فى مجهول واحد هو Q الذى يمكن إيجاده .

وكمثال على ذلك لنفرض أن $b = 5,2$ كالسابق وأن $a = 536$ وأخذت قيمة المنسوب 12 لتصرف 712 .

$$\therefore 712 = 536 \times (5,2 - 12)^c$$

$$1,328 = c(6,8) = \frac{712}{536}$$

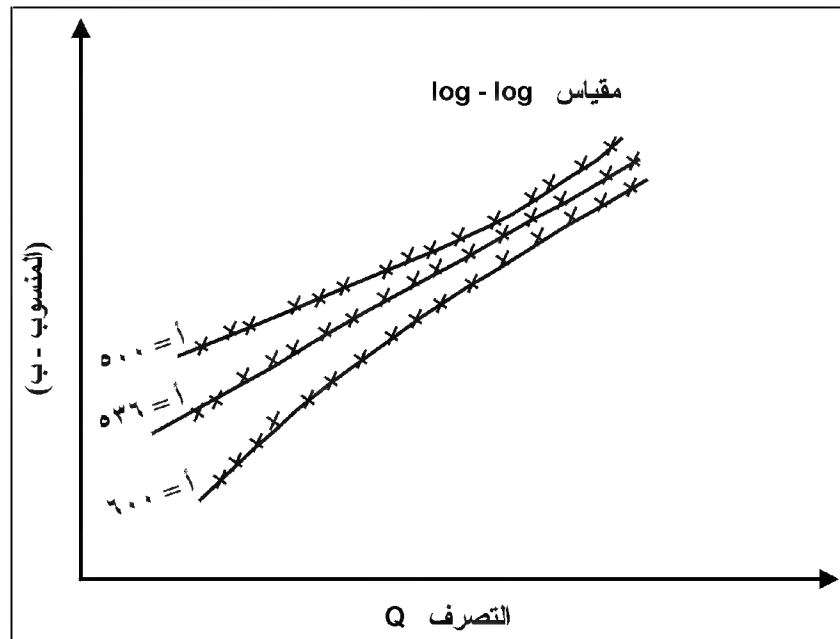
وباستخدام لو غاريتم الطرف الأيمن والطرف الأيسر

$$\text{ج لو } 6,8 = \text{ج لو } 1,328$$

$$\text{ج} = \frac{\text{لو } 1,328}{\text{لو } 6,8}$$

$$\text{ج} = 0,148$$

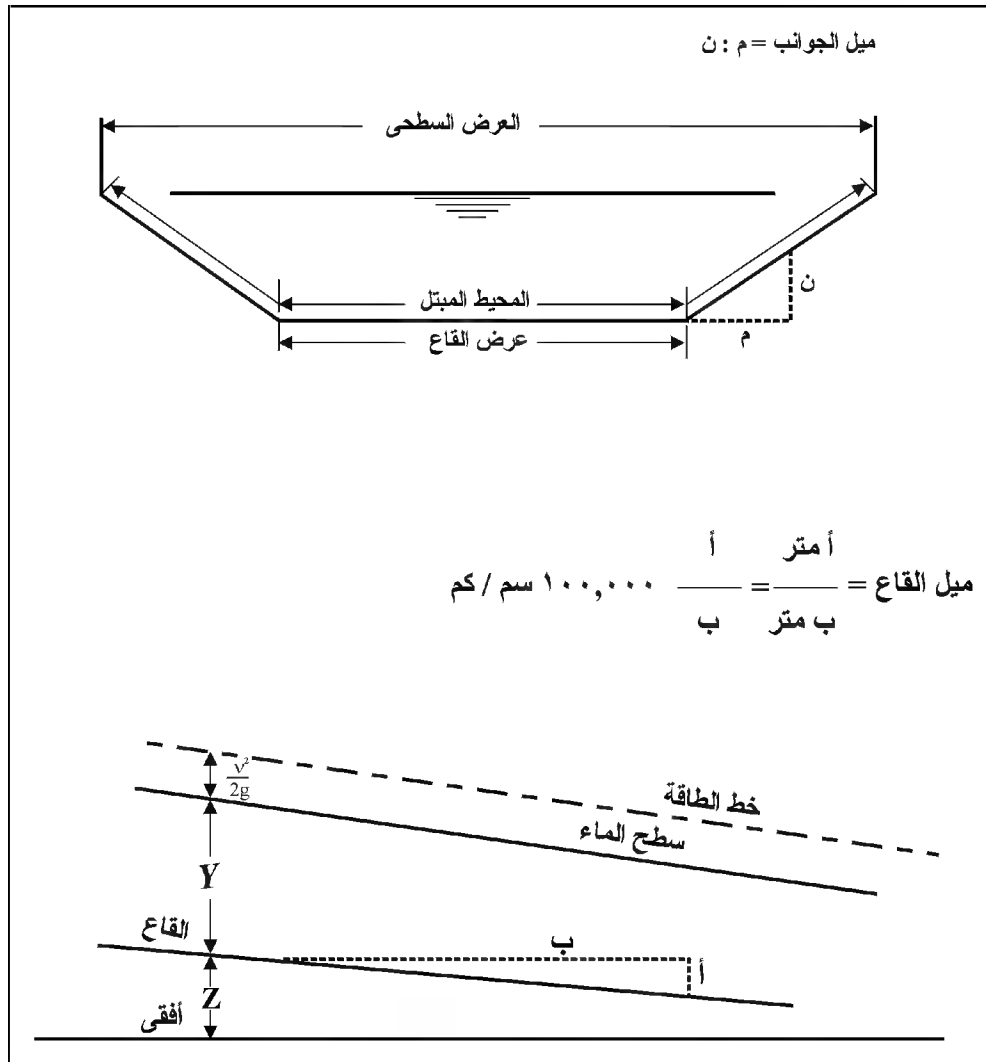
وبهذا تصبح جميع المعاملات فى المعادلة معلومة ويمكن إيجاد قيمة التصرف المناظر لأى منسوب .



شكل رقم (١٤-٥) إيجاد قيمة المعامل a فى المعادلة

٤-٣-١-٥ هيدروليكا**تعريفات :**

- **العرض السطحي للمجرى المائى : Top width**
هو المسافة المحصورة بين التقاء سطح المياه مع كل من جانبي المجرى .
- **عرض القاع : Bed width**
فى حالة القطاعات المنتظمة الشكل مثل المستطيل أو شبه المنحرف يكون عرض القاع محددا أما فى حالة الأشكال غير المنتظمة فلا يوجد لها عرض للقاع .
- **العمق المتوسط : Mean depth**
يؤخذ العمق المتوسط بقسمة مساحة القطاع المائى على العرض السطحي للمجرى وذلك فى المجارى العريضة جدا مثل نهر النيل .
- **المحيط المبتل : Wetted perimeter**
ويمثل الطول الملامس لسطح الماء من القطاع المائى (بخلاف سطح الماء الملامس للهواء) .
- **نصف القطر الهيدروليكي : Hydraulic Radius**
ويمثل خارج قسمة مساحة القطاع المائى على المحيط المبتل .
- **الميل الجانبي للمجرى المائى :**
وهو عبارة عن ميل جوانب المجرى معبرا عن نسبة الطول الأفقى إلى الرأسى .
- **إنحدار القاع :**
وهو النسبة بين المسافة الرأسية التى يسقطها القاع إلى المسافة الأفقية (أنظر الشكل) ويعبر عنها بـ (سم / كم) .
- **إنحدار سطح الماء :**
وهو النسبة بين المسافة الرأسية التى يسقطها سطح الماء إلى المسافة الأفقية ويعبر عنها بـ (سم / كم) .
- **خط الطاقة : Energy grade line**
وهو خط وهمى يمر بجميع النقط التى تمثل مجموع الطاقة الممثلة بطول مثل طاقة الوضع z ،
العمق الرأسى للمياه Y ، وضغط السرعة $= \frac{v^2}{2g}$ حيث V هى السرعة المتوسطة .



شكل رقم (٥ - ١٥) يبين خط الطاقة وقطاع عرضى

- **ميل خط الطاقة : Energy slope**
هو ميل خط الطاقة معبرا عنه بـ (سم / كم) .
- **السرعة المتوسطة للقطاع**
هى خارج قسمة التصريف على مساحة القطاع .
- **Steady Flow**
وفيه لا يحدث تغير فى التصريف بالنسبة للزمن .
- **: Uniform flow**
وفيه لا يحدث تغير فى السرعة بالنسبة للمسافة وفى هذه الحالة يكون خط الطاقة موازيا لسطح الماء موازيا للقاع .

- **: Unsteady flow**
وفيه يحدث تغير في السرعة بالنسبة إلى الزمن .
- **Non uniform flow**
وفيه يحدث تغير في السرعة بالنسبة للمسافة وينقسم إلى Rapidly varied flow ،
Gradually Varied flow .
- **: Rapidly varied flow**
وفيه يكون التغير في السرعة والعمق مفاجئا وهو ما يطلق عليه القفزة المائية
Hydraulic jump وفيه يزيد العمق فجأة من تحت العمق الحرج Critical depth إلى أعلى
من العمق الحرج .
- **: Gradually Varied flow**
وفيه يتغير منسوب سطح الماء بطريقة تدريجية مثل منحنى الرمو Back water curve خلف
المنشآت المائية .
- **: Normal Depth**
وهو عمق الماء في حالة Uniform flow
- **معامل ماننج للخشونة Manning Roughness coefficient**
وهو معامل يستخدم في معادلة ماننج لحساب السرعة المتوسطة في حالة Uniform flow في
القنوات المفتوحة .

٤-١-٥ رفع سواحل النيل تجاه الشيامى سنويا من خطوط قاعدة ثابتة :

تعريفات

- **الشيامية :**
مجموعة من الرؤوس والتكسيات وتسمى الشيامية بإسم أقرب بلدة متاخمة حسب موقعها بالبر الأيمن أو
اليسر لمجرى النيل وفرعيه دمياط ورشيد .
- **خط القاعدة الثابتة :**
هو خط ثابت يحدد بعيدا عن الساحل ويحدد بأوتاد ثابتة عبارة عن أسياخ حديد مدفونة بالخرسانة العادية
ويعمل له كروكي لتحديد في حالة فقد أى من الأوتاد المكونة له ويستعمل في رفع الساحل سنويا لبيان
مدى تأكله وفي حالة صيانتة مدى إطمائه .

ساحل النيل :

هو الأراضي الزراعية المتاخمة لمجرى النيل بين المجرى وبين الجسر فتكون السواحل بالبر الأيمن أو
اليسر وكانت هذه السواحل خاصة المنخفض منها تغمر بمياه الفيضان .

جسور أو طراريذ النيل :

هى الجسر المنشأ بالبرين أيمن وأيسر بمنسوبه أعلى من الفيضان المعتمد للنيل بمقدار ١,٢٥ متر والفيضان المعتمد أعلى من أى منسوب وصل إليه أعلى فيضان وهذه المناسيب معتمدة من وزارة الموارد المائية والرى .

خط تهذيب المجرى :

هى خطوط هندسية معتمدة من الوزارة وهى المستهدفة لمجرى النيل وذلك عند الفيضانات وقبل إنشاء السد العالى وما زالت هى القائمة لحين تعديلها حسب التصرفات الفعلية خلف السد العالى وإعتماد خطوط جديدة للمجرى كله وفرعيه .

خط تعديل الجسر :

هى خطوط تعديل جسور النيل وهى معتمدة أيضا من الوزارة وموازية لخطوط تهذيب المجرى .

الرؤوس الحجرية :

هى منشآت تتم لتهذيب مجرى النيل وفرعيه وتعمل للمساعدة على الإطماء أو إبعاد التيار عن الأجزاء المتآكلة .

١-٤-١-٥ تجهيز خطوط قاعدة ثابتة

يلاحظ أن هناك مناطق فى سواحل النيل تتآكل باستمرار فإذا كانت خارج خطوط تهذيب المجرى فيجب صيانتها لغاية خط التهذيب - ولا يمكن معرفة مدى التآكل إلا بعد رفع الساحل وذلك بإنشاء خط قاعدة ثابت قريب من الساحل على بعد لا يقل عن عشرة أمتار من أقصى نقطة متآكلة من الساحل لرفع الساحل منه وبيان مدى التآكل أو الإطماء سنويا .

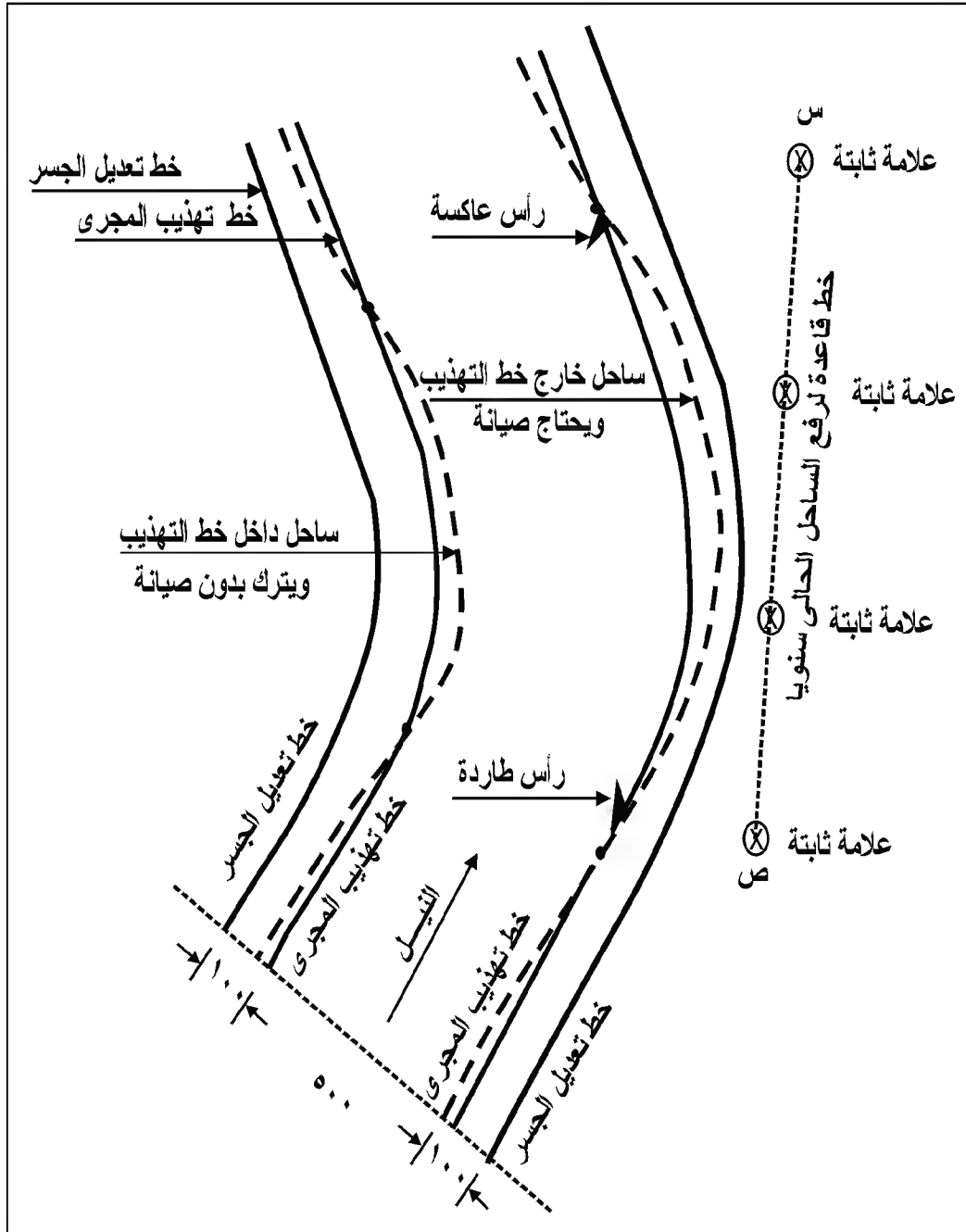
٢-٤-١-٥ عمل أكثر من وتد لخط القاعدة حتى يمكن تحديده فى حالة ضياع وتد أو أكثر

يعمل خط القاعدة بأربعة أوتاد على الأقل عبارة عن أسياخ حديدية قطر حوالى ١٣ مم من فضلات الحديد وبطول حوالى ٥٠ سم حوله خرسانة عادية بحيث لا يظهر من الحديد أكثر من ١ سم ويعلو قليلا عن أرض الزراعة حتى لا يعوق العمليات الزراعية هذا مع عمل كروكي بالأوتاد يبين أبعادها عن بعضها كما يجب أن يوضح بكروكي الأوتاد أبعادها عن نقط ثابتة بالطبيعة بحيث يمكن تحديد خط القاعدة فى حالة فقد بعض الأوتاد أو جميعها عند تحديد مدى التآكل أو الإطماء .

٣-٤-١-٥ إجراء الرفع سنويا حتى يمكن معرفة التآكل أو الإطماء

يجب رفع السواحل المتآكلة فى مواقع الرؤوس أو التكسيات الحالية سنويا وعمل قطاعات تربط بخطوط القاعدة حتى يمكن عمل مقارنة على أساس سليم وتوضح القطاعات مدى التآكل أو الإطماء - كذلك تعمل قطاعات على الرؤوس للنظر فى تطويلها وكذلك على التكسيات لترميمها أو تطويلها حسب الحاجة أو تغيير إتجاه الرؤوس إذا لزم الأمر ويطلق على مجموعة الرؤوس فى موقع ما إسم "شيمية" وتسمى الشيمية بإسم أقرب بلدة تجاهها الساحل كذلك يجب أن ترقم الرؤوس عند إنشاءها حيث يذكر فى أوامر التوريد أو البناء رأس رقم بشيمية

بعد رفع السواحل كما أوضحنا من خط قاعدة ثابت يوضح ذلك على خرائط ١ : ٢٥٠٠ لكل موقع كما يوضح على خرائط ١ : ١٠٠٠٠ لجميع المواقع حتى يتضح التآكل أو الإطماء مع إيضاح الرؤوس والتكسيات الحالية إن وجدت .



شكل رقم (٥ - ١٦) كروكي يبين سواحل النيل بالبرين وخطوط تعديل الجسر وخطوط تهذيب المجرى

١.٥-٤ خطوط تهذيب المجرى وخطوط تعديل الجسر

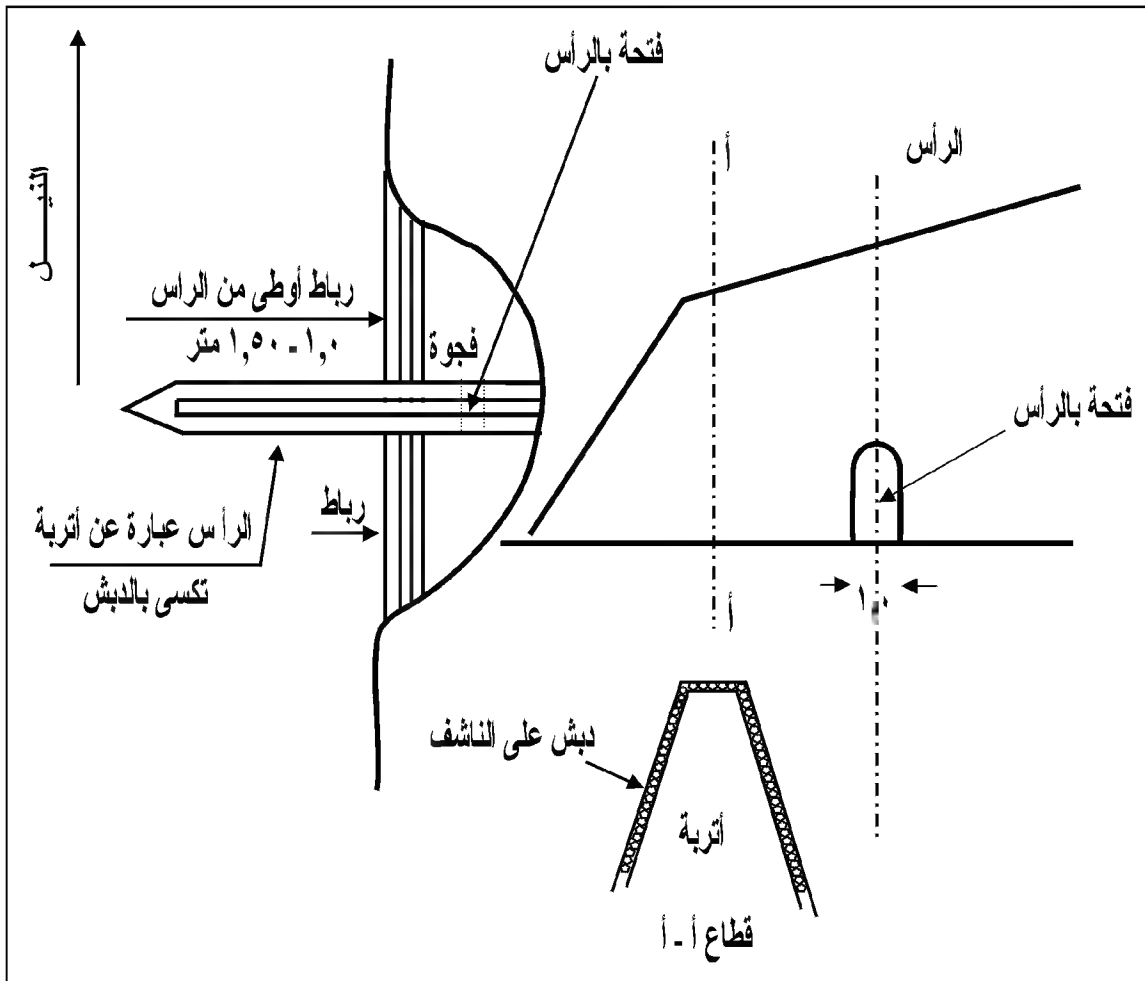
إعتمدت وزارة الموارد المائية والري خطوط تهذيب المجرى وخطوط تعديل الجسور على جانبي نهر النيل وفرعيه دمياط ورشيد - وتبلغ المسافة بين خطوط تهذيب المجرى ٥٠٠ متر كما تبعد خطوط تعديل الجسور عن خط تهذيب المجرى من كل جانب ١٠٠ متر وقد عملت خطوط التهذيب بخطوط ومنحنيات هندسية تتماشى مع طبيعة النهر وإتجاهاته بقدر الإمكان

ويتضح بعد توقيع خطوط تهذيب المجرى على الخريطة تداخل بعض سواحل النيل مما يستدعى أن تتآكل هذه السواحل لغاية خطوط التهذيب ولذلك لا تعمل بها أى صيانة للمجرى من رؤوس أو تكسيات بل تترك لحين تآكلها لغاية خطوط التهذيب ويقال عن هذه السواحل أنها داخل خطوط التهذيب - بينما السواحل التى تتآكل والتى تكون خارج خطوط التهذيب فيحتاج الأمر لصيانتها بعمل رؤوس وتكسيات لحمايتها وإطمائها إن أمكن ذلك .

أما خطوط تعديل الجسور فهى موازية تماما لخطوط تهذيب المجرى ويظهر بعد توقيعها على الخرائط ومقارنتها بالجسور الحالية مدى حاجة هذه الجسور لمشروعات لتعديلها للوصول إلى تخطيط مناسب لخطوط تعديل الجسور المقترح والمعتمد - ويترك الجسر القديم كخط دفاع أول أو ثانى على حسب التحاويل التى يتم تنفيذها للجسر .

إقتراح الصيانة اللازمة

يكون إقتراح الصيانة اللازمة طبقا للمواقع جميعها حسب ما يتضح من الخرائط التى توضح التآكل وخط سير المياه ويجب أن يوقع خط تهذيب المجرى على القطاعات العرضية لكل موقع أو بيان بعده عن خط القاعدة مع إيضاح خط القاعدة أيضا .



شكل رقم (٥ - ١٧) كروكى يبين كيفية إنشاء رأس وأربطة للعمل على إطاء فجوة

٥.١.٥ حماية سواحل النيل من الإنهيارات

١.٥-١ أسباب إنهيارات السواحل

يحكم إتران جوانب النهر عدة عوامل أهمها إرتفاع الساحل ، وميوله ، خواص التربة المكونة له ومنسوب سطح الماء والتي تتأثر بدورها بأسباب تتعلق بسرطان النهر ومورفولوجيته - وتتخلص العوامل والأسباب التي تؤدي إلى إنهيار السواحل فيما يلي :

١ - إرتفاع الساحل

يزداد إرتفاع الساحل نتيجة للنحر عند قاعدته (نحر محلى أو نحر شامل) أو بإضافة مواد على جوانب النهر وينتج نحر القاع عن زيادة السرعة الناتجة بدورها عن تضيق مجرى النهر فى هذا الحبس أو بتأثير الوحدات العائمة التي تسحب معها مواد القاع وينشأ عن هذه الزيادة فى إرتفاع الساحل زيادة فى إجهاد القص عند سطح الإنزلاق حتى يزيد عن مقاومة التربة للقص وهذا يؤدي إلى إنزلاق كتلى ومن ثم إنهيار الجوانب ومن جانب آخر فإن وضع مواد على جوانب النهر يؤدي إلى نفس النتيجة السابقة .

وتجدر الإشارة إلى أن زيادة إرتفاع الساحل نتيجة لترسيب الطمي عليه قد توقف تماما منذ أن بدأ تشغيل السد العالى.

٢ - ميل الساحل

ينشأ التحرك الأفقى لمجرى النهر عن تيارات حلزونية كنتيجة للإلتواء الطبيعى للنهر وهذه التيارات تنحرف فى جانب النهر أسفل سطح المياه ويزداد هذا النحر يتكهف جانب النهر أسفل سطح الماء مما يتسبب عنه إنهيار الساحل وتكرر هذه العملية حتى يصل النهر إلى حالة الإتران .

وكذلك تتسبب الأمواج المتولدة عن الوحدات العائمة وبالأخص تلك التي تسير قريبة من جوانب النهر فى نحر الجوانب عند خط المياه ويتسبب هذا النحر فى زيادة إنحدار الساحل عن الإنحدار المتزن مما يتسبب عنه الإنهيار .

٣ - خواص التربة

يحدث تغير مؤثر فى خواص التربة عند رى الأراضي الزراعية بسواحل النيل نتيجة لتسرب مياه الري خلال مسام التربة حاملة معها حبيبات التربة الدقيقة ويتسبب هذا فى تكون فجوات شعرية تقلل من قدرة التربة على الثبات وباستمرار هذه العملية فإن الساحل يصبح غير قادر على تحمل الإجهادات المختلفة مما يسبب إنهياره وتجدر الإشارة إلى أن تسرب مياه الري خلال مسام التربة يؤثر على تماسك حبيبات التربة ويؤدي إلى نفس النتيجة .

٤ - منسوب سطح المياه فى النهر

يتم إمرار تصرفات من السد العالى للوفاء بإحتياجات الري والصناعة ومياه الشرب وتوليد الطاقة الكهربائية والملاحة ولهذا يتغير التصرف من وقت لآخر فيزيد عند أقصى إحتياجات (يوليو وأغسطس) ويقل فى فترة أقل إحتياجات (ديسمبر ويناير) وتبعاً لذلك يتذبذب منسوب سطح المياه فى النهر وفى فترة أقل إحتياجات فينخفض منسوب سطح الماء فى النهر عن منسوب المياه الجوفية فى الساحل فتتسرب المياه من الساحل إلى النهر أما فى فترة أقصى إحتياجات فيحدث العكس وتدخل مياه النهر إلى الساحل وتكرر هذه العملية فإن خواص التربة تتغير وتكبر الفجوات فى الساحل ويقل تماسك

التربة مما يودى إلى إنهيار الساحل وبصفة عامة وبالنظر إلى نوع التربة فإن هناك نوعين من الإنهيارات :

النوع الأول : ويحدث فى حالة التربة المتماسكة (طين أو طمي) ويكون على صورة متقطعة وفيها تنهار كتل كبيرة من الساحل عندما يفقد توازنه وعندما تنهار هذه الكتل الكبيرة فإنها توفر حماية مؤقتة للساحل حتى تتفتت وتنجرف مع المياه .

النوع الثانى : ويحدث فى حالة التربة الغير متماسكة (الرمل) وفيه يتآكل الساحل بصفة منتظمة.

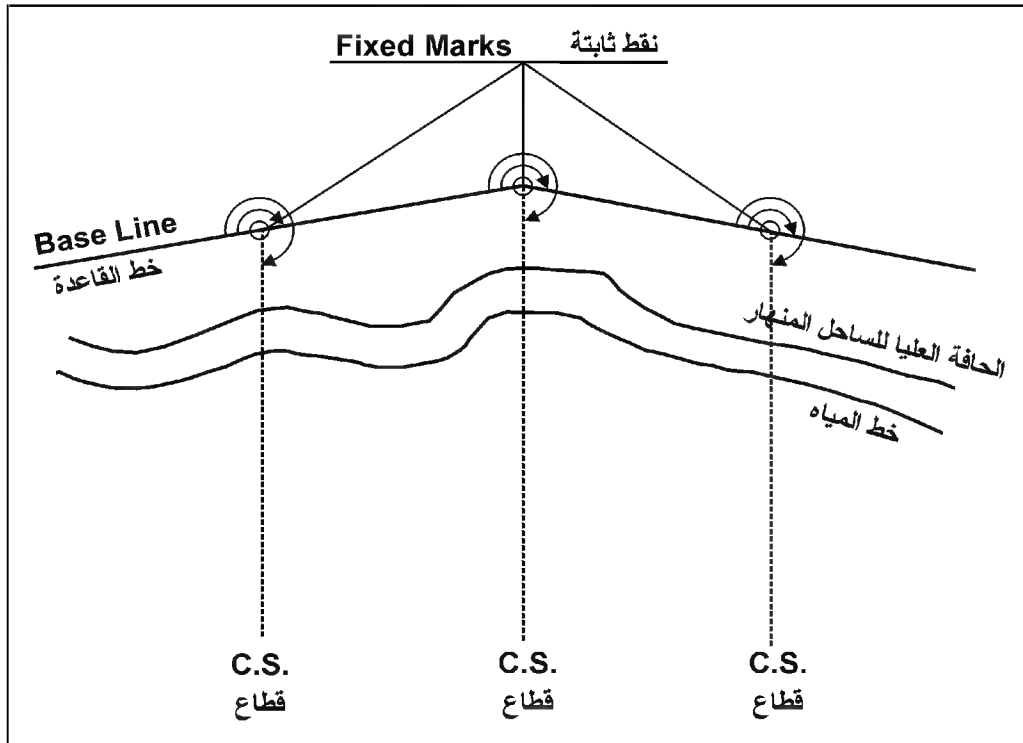
٢-٥-١-٥ تصميم أعمال الحماية

بعد الحصول على البيانات الأولية المذكورة فى الجزء السابق وإختيار الموقع حسب معايير تحديد الأولويات والتي تم وضعها سابقا تبدأ عملية جمع البيانات وتتلخص فى الآتى :

أ - المساحة الهيدروجرافية

وفيهما يتم عمل الآتى :

قطاعات عرضية كل ٥٠ متر أو عند كل تغيير أيهما أقل وتمتد هذه القطاعات لمسافة ٥٠ متر على الأقل داخل المياه ويجب أيضا أن تمتد لتشمل الساحل المنهار ومسافة حوالى ٢٠ - ٣٠ متر على الأرض إذا لم يكن هناك عوائق تحول دون ذلك مثل المباني أو الزراعات الكثيفة ويجب أن تحدد هذه القطاعات بوضع نقط ثابتة للرجوع إليها عند التنفيذ كما يجب أن ترتبط المساحة كلها بخط قاعدة منسوب إلى علامة ثابتة ويجب أن يحشى فى المسافة بين النقط الثابتة وبداية الإنهيار للساحل وكذلك خط المياه بحيث يمكن توقيعهما على مسقط أفقى كما هو مبين بالشكل رقم (١٨ - ٥) .



شكل رقم (١٨ - ٥) شكل توضيحي للمساحة الهيدروجرافية والأرضية

ب - مناسيب سطح المياه

تسجل مناسيب سطح المياه السابقة والحالية لغرض التصميم كما يجب تسجيل تذبذب مناسيب المياه الجوفية ويمكن استخدام آبار إستكشافية إذا كان ذلك ضروريا .

ج - قياس سرعة المياه

يتم قياس سرعة المياه بالقرب من ساحل النهر كل ٢٠٠ إلى ٣٠٠ م على إمتداد النهر فى المنطقة المنهارة ويجب قياس هذه السرعات فى نقطتين رأسيا وبالإضافة إلى ذلك فإنه يجب أن تقاس لكل القطاع العرضى من الساحل إلى الساحل المقابل وذلك فى منتصف المنطقة المنهارة ويتم ذلك فى ٢٠ منطقة على الأقل فى الإتجاه الأفقى ويلزم هذا لدراسة مورفولوجية النهر فى هذا الحبس .

د - إختبارات التربة

يتم عمل جسات للتربة كل ٢٠٠ إلى ٣٠٠ م على طول الساحل وتشمل إختبارات التربة الإختبارات الحقلية والمعملية .

وتشمل الإختبارات الحقلية مستوى المياه الجوفية ونوع التربة والعمق .

يجرى إختبارات الإختراق القياسى لتحديد الكثافة النوعية فى الحقل لطبقات الرمل ويجب أن يحتوى تقرير الجسات على تصنيف للتربة إلى الأعمال المختلفة ومنسوب المياه الجوفية . أما الإختبارات المعملية فيجب أن تشمل الفحص الظاهرى للعينة وتصنيفها ، محتوى الرطوبة ، حدود أتر برج ، إختبار القص ، التدرج الحبيبي ، الوزن النوعي ، الكثافة الشاملة والدمك ونسبة المواد العضوية .

حماية سواحل النهر بواسطة التكرسية الحجرية

تتميز هذه الطريقة برخص سعرها وبتوفر المواد المستخدمة فيها محليا ولا يلزم إستخدام معدات ثقيلة أو خاصة كما أنها تتميز بإمكان إستخدام عمالة مكثفة مما يؤثر إيجابيا على الحالة الإجتماعية والإقتصادية لمنطقة التهايل بالإضافة إلى أن تأثيرها على مورفولوجية النهر يكون محدودا .

وقبل البدء فى تصميم أعمال الحماية فإنه يلزم القيام بزيارة ميدانية للموقع وأخذ ملاحظات عن أسباب الإنهيارات والتوصيف النظرى للتربة وطول الإنهيار وتحديد طبيعة الموقع وما إذا كان هناك منشآت ستتأثر بإنهيار الساحل وماهية هذه المنشآت وإرتفاع الساحل عن سطح الماء ... إلخ . فإنه يلزم وضع معايير لتحديد المناطق ذات الأولوية لتنفيذ الحماية بها . وفى هذا الخصوص فإن العوامل الآتية يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند وضع هذه المعايير :

- طول الجزء المنهار فى الموقع الواحد فإنه كلما زاد الطول المنهار من الساحل كلما كانت الآثار السلبية على النهر والبيئة الملاصقة للساحل أشد وطأة ومن المعروف أنه كلما قل الطول المعرض للتهاليل زادت الإحتمالات أن يكون هذا بسبب عوامل مؤقتة وأن التهايل سيتوقف إذا إستمرت نفس الظروف السائدة .

- طبيعة المنطقة المتاخمة للساحل والتي ستتأثر بالإنهيارات فى الساحل فتعطى أولوية للمنطقة التى بها منشآت حيوية مثل محطات الطلمبات أو محطات توليد الكهرباء أو المصانع ثم يتبع ذلك المباني السكنية إلخ .

- معدل النحر وهذا صعب تحديده إلا أنه يمكن معرفة ذلك بصورة تقريبية بواسطة البيانات السابقة سواء كان ذلك خرائط أو صور جوية أو بسؤال الموجودين بالمنطقة .

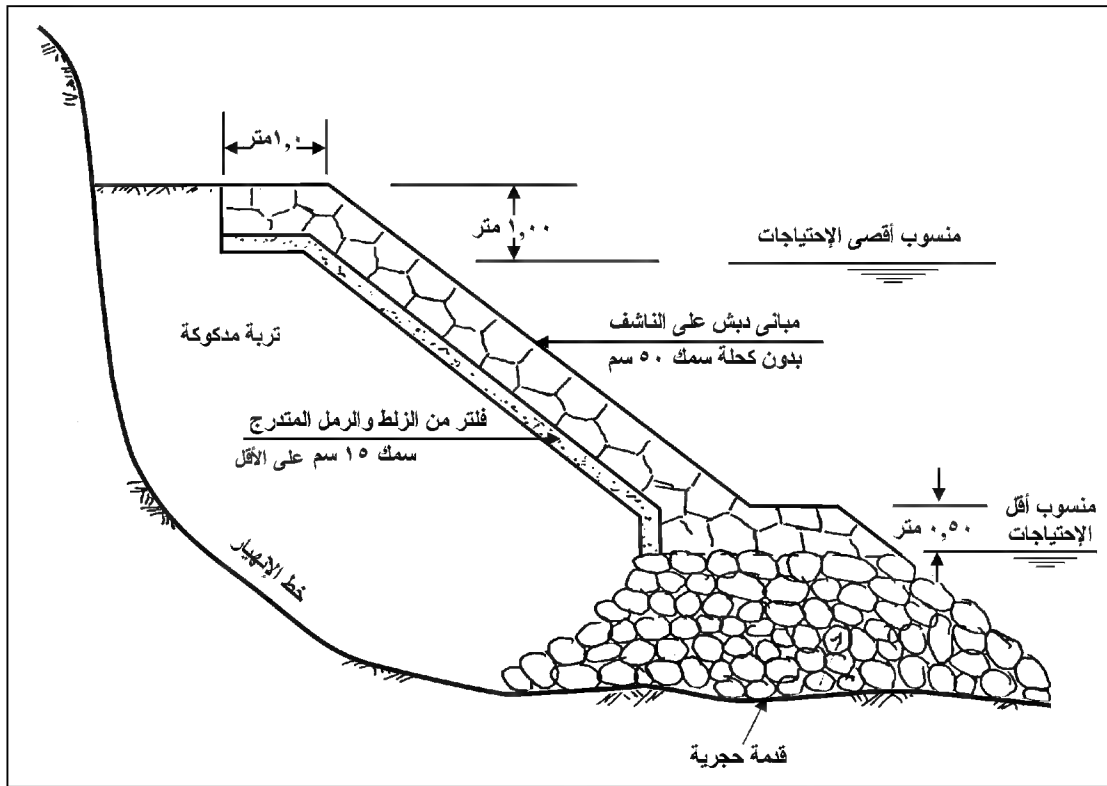
وبالإضافة إلى الإعتبارات السابق ذكرها فإن هناك عوامل أخرى يجب أخذها فى الإعتبار مثل :

- قرب الموقع من المحاجر .
- سهولة الوصول إلى الموقع .
- توافر بيانات سابقة عن الموقع .
- أى إعتبارات أخرى قد يراها المصمم .

خطوات التصميم

تتلخص خطوات التصميم للتكسية الحجرية على الميل فى الآتى :

- أ - يفرض ميل مناسب للحماية الموضحة فى شكل رقم (٥ - ١٩) .



شكل رقم (٥ - ١٩) حماية جوانب النهر بواسطة التكسية الحجرية

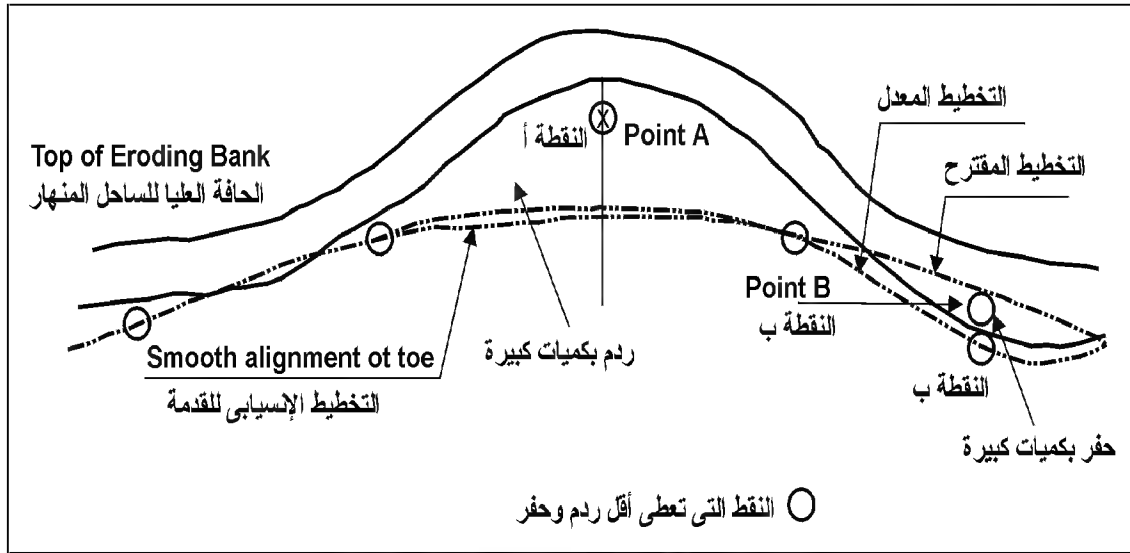
ب - يتم تعديل وضع الحماية فى كل قطاع فى الإتجاه الأفقى حتى يتم الحصول على الوضع الأمثل من الناحية الإقتصادية (مكعبات الحفر والردم متساوية تقريبا) .

ج - يوقع مكان القدمة والذى تم تحديده فى (ب) على المسقط الأفقى الناتج من المساحة فى الموقع (والموضح بالشكل رقم ٥ - ٢٠) والذى تكون على شكل نقطة واحدة لكل قطاع .

د - يوصل بين هذه النقط بمنحنى إنسيابي وفي حالة بعد أى نقطة عن المنحنى بمسافة كبيرة نسبياً فإن كمية الردم ستكون كبيرة إذا كان موقع النقطة في إتجاه الساحل (النقطة أ ، شكل رقم (٢٠-٥)) أو تكون كمية الحفر كبيرة نسبياً إذا كان موقع النقطة في الإتجاه الآخر من الساحل (النقطة ب ، شكل رقم (٢٠ - ٥)) .

هـ - تحسب كميات الحفر والرمد الكلية باستخدام التخطيط الذى تم تحديده في (د) فإن كان الفرق بين للحفر والرمد كبيراً تعاد الخطوات ب ، ج ، د وترحزح النقط ناحية الساحل أو بعيداً عنه حتى يمكن الحصول على أقل مكعب حفر ورمد وذلك بدون الإخلال بإنسيابية منحنى تخطيط القدمة .

و - يتم عمل حسابات الميل الممتزن (Stable Slope) عند كل موقع جسة فإذا كان معامل الأمان المحسوب ١,٣ أو أكثر يكون التصميم قد تم وإلا تعاد الخطوات من (أ) إلى (و) ومع تقليل قيمة الإنحدار المفروض (أ) .



شكل رقم (٢٠ - ٥) تخطيط القدمة السفلى

٣.٥.١.٥ تنفيذ أعمال الحماية

يبدأ تنفيذ أعمال الحماية بالدبش في فترة أقل إحتياجات وذلك برمي القدمة حتى منسوب أعلى من منسوب أقل إحتياجات بمقدار ٠,٥٠ م ويتم ذلك كالآتي :

يتم تحديد نقط تقاطع القطاعات مع التخطيط الإنسيابي للقدمة الذى تم تصميمه بواسطة شواخص بالاستعانة بالنقط الثابتة وخط القاعدة في الطبيعة ويكون بعض هذه الشواخص داخل المياه في الحالات التى تتطلب بعض الردم وبعضها على الشاطئ في الحالات التى تتطلب بعض الحفر وفي أثناء إجراء الحفر في هذه المواقع للوصول إلى خط التدبش يتم رمي القدمة في المواقع الأخرى وينفذ ذلك بواسطة تحميل مركب أو صندل بالأحجار السابق قياس كميتها على الأرض ويستمر في الرمي حتى الوصول إلى منسوب المياه وبعرض لا يقل عن ٢,٠ م ثم يتم بناء طبقة من الأحجار فوق ما تم رميه على الناشف حتى منسوب ٠,٥ م فوق سطح المياه ويراعى ملء الفراغات بين الأحجار الكبيرة بأحجار صغيرة (الدقشمة) أولاً بأول .

أما فى المواقع التى تحتاج لإزالة بعض الأتربة للوصول إلى خط التدبش فيتم ذلك يدويا أو ميكانيكيا ويجنب ناتج الحفر لإستخدامه فى الأماكن التى تحتاج إلى ردم وفى هذه الحالة يتم بناء القدمة العليا على الناشف ويجب ألا يقل إرتفاعها عن ١ م من منسوب أقصى الإحتياجات .

بعد ذلك يتم الردم بين القدمة السفلى على طبقات مع الدمك والرش بالمياه ويستخدم فى الدمك الهراسات الميكانيكية ولضمان الوصول إلى الدمك المطلوب يتم تحديد سمك الطبقة المدموكة وعدد مرات المرور عليها بالهراست ويمكن أن يتم التحديد كالاتى :

أ - تجرى إختبارات الدمك القياسى فى المعمل (بطريقة بروكتور مثلا) وزيادة محتوى الرطوبة فى كل مرة مع توقيع محتوى الرطوبة مع الكثافة الجافة فى كل مرة حتى الوصول إلى أقصى كثافة جافة وتحديد محتوى الرطوبة عندها .

ب - يتم عمل الدمك فى الطبيعة مع تحديد سمك طبقة التربة التى ستدمك فى كل مرة (لا تزيد عن ٣٠ سم) ثم تؤخذ عينة غير مقلقلة وتقاس الكثافة الجافة لها ويجب ألا تقل بأى حال عن ٩٠٪ من الكثافة الجافة القصوى Max. Dry Density .

ولتحديد الكثافة الجافة تستخدم المعادلة

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} \quad (5-17)$$

حيث :

ρ_d هى الكثافة الجافة (Dry Density)
 ρ هى الكثافة الكلية (Bulk Density)
 w هى محتوى الرطوبة Water Content

ويتم تحديد ρ بواسطة وزن حجم معلوم من التربة غير المقلقلة ويتم تحديد W بوزن جزء من العينة ثم تجفيفه فى فرن عند درجة ١٠٥ درجة مئوية لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة ثم يعاد الوزن ويكون الفرق هو وزن المياه وتحسب W كالاتى :

$$W = \frac{W_w}{W_s}$$

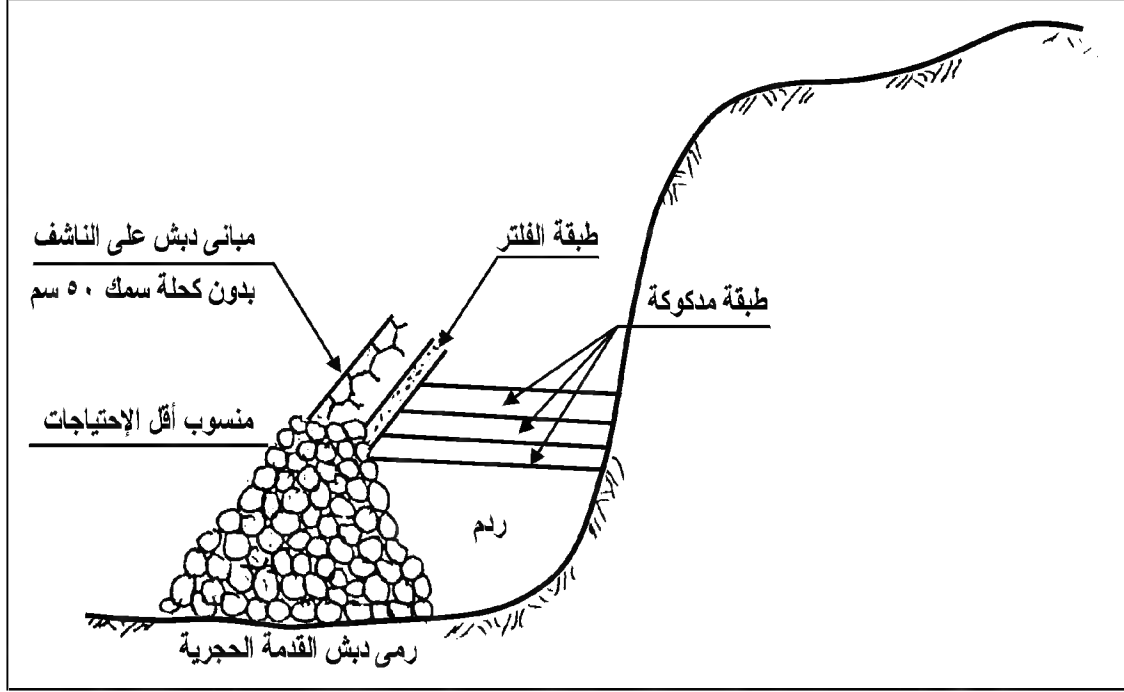
حيث :

W_w هو وزن الماء
 W_s هو الوزن بعد التجفيف

فإذا قلت الكثافة الجافة عن ٩٠٪ من الكثافة الجافة القصوى يتم زيادة مشاوير الدمك بالهراسات وتعاد إختبارات تحديد الكثافة الجافة حتى الوصول إلى ٩٠٪ إلى الأقل من الكثافة الجافة القصوى وبذلك يتم تحديد عدد مشاوير الدمك للهراست ويجب عمل إختبارات الكثافة الجافة من حين لآخر حتى يتم التأكد من الوصول إلى نسبة الدمك المطلوبة .

أثناء الردم والدمك يتم وضع طبقة الفلتر وهو مكون من طبقة رمل متدرج توضع فوق الردم مباشرة ثم يوضع فوقها زلط متدرج ولا يقل سمك الفلتر عن ١٥ سم ويبدأ وضع طبقة الفلتر بحيث تكون مع منسوب

سطح الماء يلى ذلك بناء أحجار على الناشف بسمك ٠,٥ م بالميل المحدد سابقا فى التصميم ويراعى ملئ الفراغات بين الأحجار الكبيرة بدقشوم (الدقشمة) أولا بأول بحيث تكون الفراغات أقل ما يمكن والشكل رقم (٥ - ٢١) يبين طريقة بناء التكسية .



شكل رقم (٥ - ٢١) طريقة بناء التكسية والرسم ووضع طبقة الفلتر بعد رمى القدمة

٣-٣ تصميم الفلتر

إن للفلتر وظائف أساسية فى أعمال الحماية حيث أنه يمنع تسرب حبيبات التربة فى المياه المتسربة إلى النهر فى حالة إنخفاض منسوب سطح الماء فى النهر عنها فى التربة والذي قد يتسبب فى تخلخل التربة خلف التكسية وإنهيار التكسية كما أن الفلتر يجب أن يصمم بطريقة تمنع إنسداده فيتولد ضاغط مياه فى التربة فى حالة إنخفاض منسوب سطح الماء فى النهر قد تسبب إنهيار التكسية أيضا .

$$\frac{D_{50} \text{ (sand)}}{D_{50} \text{ (soil)}} \leq 40 \quad (1)$$

$$5 \leq \frac{D_{15} \text{ (sand)}}{D_{15} \text{ (soil)}} \leq 40 \quad (2)$$

$$\frac{D_{15} \text{ (sand)}}{D_{85} \text{ (soil)}} \leq 5 - 4 \quad (3)$$

$$\frac{D_{50} \text{ (sand)}}{D_{50} \text{ (soil)}} \leq 40 \quad (4)$$

$$5 \leq \frac{D_{15} (\text{ sand })}{D_{15} (\text{ soil })} \leq 40 \quad (5)$$

$$\frac{D_{15} (\text{ sand })}{D_{85} (\text{ soil })} \leq 5 \quad (6)$$

فالمعادلات ١ ، ٢ ، ٣ تحدد مقاسات الرمل المتدرج بالنسبة إلى التربة والمعادلات ٤ ، ٥ ، ٦ تحدد مقاسات الزلط بالنسبة لحجارة التغطية وتحدد صلاحية الرمل المتدرج والزلط بواسطة إيجاد التدرج الحبيبي للتربة (المناخل للرمل والهيدرومتر للطين) وكذلك للرمل المتدرج والزلط ويعتبر الفلتر صالحا للإستخدام إذا تحققت المعادلات السابقة .

الشروط الواجب توافرها فى أحجار التغطية

يشترط فى أحجار التغطية أن تكون ذات ابعاد مناسبة (٢٠ - ٤٠ سم) وأن تكون صلبة خالية من الشوائب ولا تنتشر المياه بنسبة تزيد عن ١٠ ٪ وألا يقل الوزن النوعى عن ٢,٠٠ جم / سم^٣ وكذلك لا يقل إجهاد الكسر عن ١٥٠ كجم / سم^٢ فى الحالة الجافة ولا يقل عن ١٢٠ كجم / سم^٢ بعد غمره فى الماء لمدة ٢٤ ساعة على الأقل .

٤.٥.١.٥ متابعة وصيانة أعمال الحماية بعد التنفيذ

يجب المرور بصفة دورية على أعمال الحماية بواسطة مهندسين على دراية بأعمال الحماية ومورفولوجية الأنهار ويقوم بملاحظة أى تشققات أو سقوط بعض الأحجار فيتم معالجة ذلك بملى مكان التشقق والأحجار الساقطة بأحجار جديدة وتملا بين الفجوات بأحجار صغيرة (دقشوم) .

وفى حالة هبوط القدمة فإنه يلزم تشبييعها بإلقاء أحجار على الميول وبناء الجزء الظاهر من جديد وتعويض ما يسقط من أحجار .

٥.٥.١.٥ حماية سواحل النيل بواسطة الرؤوس الحجرية

الرؤوس الحجرية هى منشآت تمتد من ساحل النهر بزواية معينة أو عمودية عليها . ويمكن أن تكون هذه الرؤوس مسامية أو غير مسامية وهى تعمل على تقليل سرعة المياه خلالها مما يترتب عليه ترسيب المواد العالقة على ساحل النهر لحمايته . غير أنها غير مناسبة للأنهار ذات السرعة العالية . أما الرؤوس غير المسامية فإنها تصمم لإبعاد التيار عن ساحل النهر وهى تتكون من الأحجار ويجب أن تمتد مسافة كافية داخل النهر مع حماية قدمتها جيدا بالأحجار .

٦.٥.١.٥ أورنيك الرؤوس وحساب المكعبات لتوريد الدبش

يتم حساب أورنيك الرأس حسب الموضح بعد وطبقا للجداول الموضحة حتى يمكن تقدير كمية الدبش المطلوب توريدها إلى أقرب رقم صحيح .

٧.٥.١.٥ أساس الأورنيك العرضى

تتشأ الرؤوس بحيث يكون أعلاها أفقيا أو بميل بسيط بالنسبة إلى الإتجاه الطولى لها أما قطاعها العرضى فيكون بعرض ٢,٠ متر ثم ميول جانبية ٣ : ٢ وذلك برمى الدبش فى النيل تجاه الرأس إلى أن يظهر

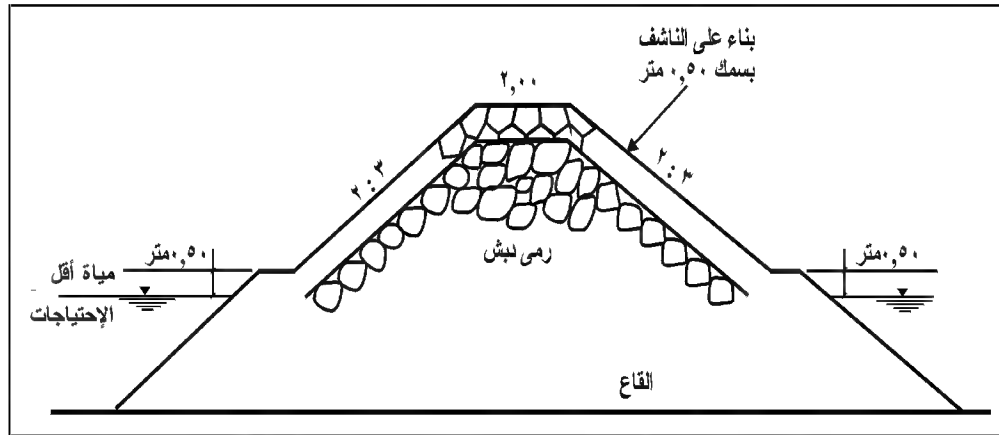
الدبش أعلى من سطح المياه ثم يكمل لغاية منسوب أعلى من الرأس قليلا حيث يبنى على الناشف افقى بعرض ٢,٠ متر ثم تبني الميول ٣ : ٢ على الناشف أيضا من منسوب المياه إلى أعلى الرأس وقد لوحظ أن الرؤوس العمودية على الساحل تعمل على تآكل الساحل خلفها وعمل فجوات فى السنة التالية ولذلك يفضل عمل الرؤوس المائلة بزوايا من ٣٠ إلى ٦٠ فى الخط الموازى للتيار حيث تلاحظ انه لا يحدث خلفها أى فجوات وهى عملية لحماية الساحل .

٨.٥.١.٥ كيفية حساب مكعبات الدبش

عملت كشوفات توضح المساحات المقابلة للإرتفاعات المختلفة من ١ متر إلى ١٠ متر وكل ١٠ سم بين كل متر وآخر ومرفق صورتها حيث يحسب أولا الإرتفاعات بين أورنيك الرأس والقاع طبقا للقطاع العرضى فى موقع الرأس - وذلك عند كل نقطة تغيير بالقاع أو الأورنيك بالنسبة لميل الرأس فى الإتجاه الطولى ثم يحدد المسطح المقابل لكل إرتفاع من الجدول ويحسب المكعب فى خانة ثالثة على أساس نصف مجموع المسطحين مضروبا فى المسافة بينهما - وبعد حساب المكعبات بهذه الطريقة يجمع إجمالى المكعب اللازم للرأس حتى يمكن إصدار أمر التوريد للشبمية ككل برؤوسها وتكسياتها على أن يوضح المكعب اللازم لتوريده لكل رأس وتكسية على حدة حتى يمكن عمل رسات الدبش بمعرفة المقاول على هذا الأساس ويراعى أن تكون حافة رصة الدبش بعيدا عن الساحل بما لا يقل عن ١٠ متر حتى يمكن إظهار خط القاعدة وحتى لا تتعرض رسات الدبش للإنهيار بالمجرى فى حالة زيادة التآكل لحين البناء . وتعمل أحيانا فى الفجوات الكبيرة المراد أطمائها رؤوس عمودية فى منتصف الفجوة بها فتحات على منسوب أسفل الفجوة وبعرض ١,٠ متر وأرتفاع ١,٠ متر لإمكان مرور المياه منها وإطماء الفجوة كما يعمل رباط عمودى على الرأس السابقة بين أول وآخر الفجوة كما هو موضح بالكروكي ٥ - ١٧ بمنسوب أقل من منسوب الرأس بحوالى ١,٠ - ١,٥٠ متر يسمح بمرور المياه أعلاه من فتحة الرأس الأصلية ثم إلى الرباط الخلفى مما يساعد على ترسيب أى مواد عالقة بالمياه وقد تم تجربة ذلك بنجاح فى كثير من المواقع .

٩.٥.١.٥ بناء على الناشف لميول الرأس والأفقى لها

تنشأ الرؤوس كما أوضحنا برمى الدبش فى إتجاه الرأس وحسب الأورنيك العرضى لها ثم تبني الميول الجانبية والميل فى الإتجاه الطولى والأفقى على الناشف أو على الناشف وعمل كحلة بالمونة بين العراميس بنسبة ١ : ١ أسمنت إلى رمل وتعمل الكحلة بارزة أو غاطسة مع المكوه وننصح بعمل الكحلة غاطسة لأن البارزة دائما تنكسر ويلاحظ ذلك فى التكسيات أيضا ويراعى فى التكسيات عدم إنشائها بإرتفاعات تزيد عن ثلاثة أمتار بل تعمل مساطيح بعرض لا يقل عن ٠,٥٠ متر لكل ٣,٠ متر إرتفاع .



شكل رقم (٢٢ - ٥) كروكي قطاع عرضى فى الرأس

جدول ٣-٥ كشف حساب مكعبات الأحجار للرؤوس

إرتفاع	مسطح	إرتفاع	مسطح	إرتفاع	مسطح
١,٠٠	٣,٥٠	٤,٠٠	٣٢,٠٠	٧,٠٠	٨٧,٥٠
١,١٠	٤,١٥	٤,١٠	٣٣,٤١	٧,١٠	٨٩,٨٨
١,٢٠	٤,٥٦	٤,٢٠	٣٤,٨٦	٧,٢٠	٩٢,١٦
١,٣٠	٥,١٣	٤,٣٠	٣٦,٣٢	٧,٣٠	٩٤,٤٣
١,٤٠	٥,٧٤	٤,٤٠	٣٧,٨٤	٧,٤٠	٩٦,٩٤
١,٥٠	٦,٣٧	٤,٥٠	٣٩,٣٧	٧,٥٠	٩٩,٣٧
١,٦٠	٧,٠٤	٤,٦٠	٤٠,٩٤	٧,٦٠	١٠١,٨٤
١,٧٠	٧,٧٣	٤,٧٠	٤٢,٥٣	٧,٧٠	١٠٤,٣٠
١,٨٠	٨,٤٦	٤,٨٠	٤٤,١٦	٧,٨٠	١٠٦,٨٦
١,٩٠	٩,٢١	٤,٩٠	٤٥,٨١	٧,٩٠	١٠٩,٤١
٢,٠٠	١٠,٠٠	٥,٠٠	٤٧,٥٠	٨,٠٠	١١٢,٠٠
٢,١٠	١٠,٨١	٥,١٠	٤٩,٢١	٨,١٠	١١٤,٦١
٢,٢٠	١١,٦٦	٥,٢٠	٥٠,٩٦	٨,٢٠	١١٧,٢٦
٢,٣٠	١٢,٥٣	٥,٣٠	٥٢,٦٣	٨,٣٠	١١٩,٩٣
٢,٤٠	١٣,٤٤	٥,٤٠	٥٤,٥٤	٨,٤٠	١٢٢,٦٤
٢,٥٠	١٤,٣٧	٥,٥٠	٥٦,٣٧	٨,٥٠	١٢٥,٣٧
٢,٦٠	١٥,٣٤	٥,٦٠	٥٨,٢٤	٨,٦٠	١٢٨,١٤
٢,٧٠	١٦,٣٣	٥,٧٠	٦٠,١٣	٨,٧٠	١٣٠,٩٣
٢,٨٠	١٧,٣٦	٥,٨٠	٦٢,٠٦	٨,٨٠	١٣٣,٧٦
٢,٩٠	١٨,٤١	٥,٩٠	٦٤,٠١	٨,٩٠	١٣٦,١١
٣,٠٠	١٩,٥٠	٦,٠٠	٦٦,٠٠	٩,٠٠	١٣٩,٥٠
٣,١٠	٢٠,٦١	٦,١٠	٦٧,٠١	٩,١٠	١٤٢,٣١
٣,٢٠	٢١,٧٦	٦,٢٠	٧٠,٠٦	٩,٢٠	١٤٥,٣٦
٣,٣٠	٢٢,٩٣	٦,٣٠	٧٢,١٣	٩,٣٠	١٤٨,٣٣
٣,٤٠	٢٤,١٤	٦,٤٠	٧٤,٢٤	٩,٤٠	١٥١,٣٤
٣,٥٠	٢٥,٣٧	٦,٥٠	٧٦,٣٧	٩,٥٠	١٥٤,٣٧
٣,٦٠	٢٦,٦٤	٦,٦٠	٧٨,٥٤	٩,٦٠	١٥٧,٤٤
٣,٧٠	٢٧,٩٣	٦,٧٠	٨٠,٧٣	٩,٧٠	١٦٠,٥٣
٣,٨٠	٢٩,٢٦	٦,٨٠	٨٢,٩٦	٩,٨٠	١٦٣,٦٦
٣,٩٠	٣٠,٦١	٦,٩٠	٨٥,٢١	٩,٩٠	١٦٦,٨١
				١٠,٠٠	١٧٠,٠٠

١٠.٥-١.٥ التكسيات والنسب بين دبش التوريد ودبش البناء

أ - حماية سواحل النيل

تتشأ التكسيات فى المواقع المتأكلة ويجب أن تكون بطول لا يقل عن طول التآكل - وكذلك إذا أنشئت القدمات السفلى فى أرض عادية يجب أن تحفر القدمة فى الأرض السليمة وطبقا للأرنيك التصميمية بعمق حوالى ٠,٥٠ م أو إذا كانت فى المياه فيعمل لها تسفيل أو طى من مياه التحريق وذلك برمى دبش فى الماء إلى أن يظهر على سطح المياه ويجب ألا يقل ميل الدبش فى الماء عن ٣ : ٢ .

ب - التكسيات

تبنى التكسية أعلى القدمة السفلى التى تبنى أعلى من منسوب مياه أقل الاحتياجات بحوالى ٠,٥٠ متر مع التأكد تماما من رمى الدبش بالقدر الكافى لبناء القدمة السفلى ويعرض لا يقل عن ٠,٥٠ متر للقدمة ويراعى أن يكون بناء التكسية فى أرض سليمة من أولها وآخرها أى أطول من التآكل الفعلى بما لا يقل عن ثلاثة أمتار فى أولها وثلاثة أمتار فى آخرها .

١١.٥-١.٥ كيفية قياس رصات الدبش وعمل معدلات فى حالة الرص الردىء

أ - قياس الرصات

لما كان مهندس الري يقوم بإستلام رصات الدبش التى يوردها المقاول سواء لبناء التكسيات على الناشف أو بالمونة وكذلك لإنشاء الرؤوس وخلافه لذلك يجب أن يعلم المهندس بعض الأصول الفنية التى يجب مراعاتها عمليا وهى :

- ١ - أن تسوى الأرض جيدا تحت الرصات بحيث لا يكون بها مرتفعات أو منخفضات أو بتون وحتى يمكن أن تعبر الرصة تماما عن كمية الدبش التى بها وتقى بالغرض المطلوبة له .
- ٢ - أن تكون الرصات مستطيلة أو مربعة كلما أمكن ذلك وأن يسوى ظهر الرصة ولا يكون بها مرتفعات ولا منخفضات بحيث يعبر الإرتفاع تماما عن الرصة بكاملها .
- ٣ - ان يكون رص الدبش سليما إذ أن كثيرا من المقاولين يضع الدبش بطريقة غير سليمة خاصة بداخل الرصة بحيث يكون هناك دبشتين بينهما فراغ يغطى بدبشة علوية كسقف ثم يبنى الرصة من الخارج جيدا ولا مانع من صعود المهندس فوق الرصة فى حالة الكشف بداخلها لمراقبة ذلك .

ويمكن لقياس رصات الدبش إتخاذ الآتى :

- ١ - قياس الطول الخارجى والأوسط والداخلى ثم يأخذ متوسط الطول للأطوال الثلاثة .
- ٢ - تقاس العروض الخارجى والأوسط والداخلى بحيث يأخذ العرض العمودى وهو أقل عرض ينتج من تحريك الشريط يمين ويسار ثم يأخذ متوسط العرض للعروض الثلاثة المقاسة .
- ٣ - تؤخذ إرتفاعات خارجية إثنان على الأقل فى كل جانب ويراعى أن يكون الإرتفاع عند دبشة مستوية افقية وعند دبشة أفقية عند مستوى أسفل الرصة ويحسب متوسط الإرتفاعات الخارجية وهو مجموع الإرتفاعات مقسوما على عدد الإرتفاعات .

٤ - تؤخذ إرتفاعات داخلية بعمل كشف للدبش فى أربع مواقع متفرقة وتكون فرصة للمهندس للصعود أعلى الرصة قبل المقاس مع وضع صفيحة أفقية أو اللوحة النحاسية للبحارى أو طواف جسر النيل تحت دبشة مستوية فى كل موقع يوضع عليها سيخ المقاس ثم يلمح المهندس من خارج الرصة الإرتفاع بحيث يكون ممثلاً للموقع وتجاه دبشة أفقية من أعلى ويمسك الملاحظ أو القياس السيخ بوضع إصبعه على العلامة التى يحددها المهندس ويسجل المهندس المقاس حسب قراءة السيخ بمعرفته وضرورة الإهتمام بوضع لوحة نحاسية أسفل السيخ حتى لا يغرز فى الأرضى ويعطى إرتفاع أكبر وبعد ذلك يحسب متوسط الإرتفاعات الداخلية بقسمة مجموع الإرتفاعات على عدد الإرتفاعات .

٥ - $\text{متوسط الإرتفاعات الخارجية} + \text{متوسط الإرتفاعات الداخلية}$
يحسب متوسط أرتفاع الرصة =

٢

وهو متوسط الإرتفاع النهائى للرصة .

٦ - يحسب مكعب الرصة على أساس حاصل ضرب متوسط الطول × متوسط العرض × متوسط الإرتفاع وتجهيز كشوف ختامية للتوريد على هذا الأساس يحدد فيها رقم الرصة والغرض الموردة له ثم تقدم للسيد المهندس مساعد مدير الأعمال لعمل جشنى على ٢٥٪ من مكعب التوريد ولا يصرح بالمبانى إلا بعد إعتداد الجشنى .

٧ - يراعى إستعمال سيخ حديد قطره ١٣ مم بإرتفاع يزيد عن ١,١٠ متر وبحلقة فى النهاية على أن يدرج من إرتفاع ٧٠ سم بحلقة كل ١٠ سم أى عند ٨٠ سم ، ٩٠ سم ، ١٠٠ سم ، ١١٠ سم ثم يدرج كل سنتيمتر بين كل ١٠ سم حتى يمكن معرفة الإرتفاع ويجب مراجعة السيخ من حيث طوله بمعرفة السيد المهندس قبل البدء فى العمل .

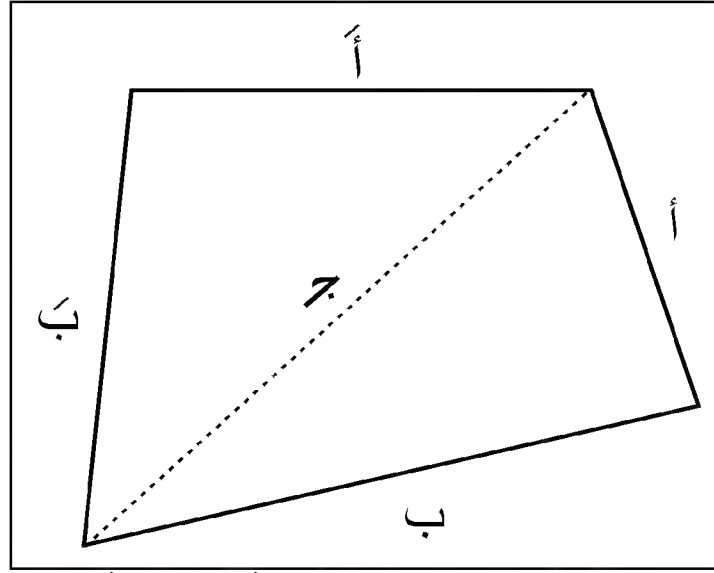
٨ - فى حالة إذا كانت الرصة ليست مستطيلة أو مربعة بزوايا قوائم تقريباً كما هو موضح بالرسم يمكن أحتساب المساحة بالقانون الآتى :

(١٨-٥)

$$\text{المساحة} = \sqrt{ح(أ-ح)(ب-ح)(ج-ح)}$$

$$ح = \frac{\text{محيط المثلث}}{٢}$$

أ ، ب ، ج أطوال أضلاع المثلث وقياس القطر جـ للرصة وتقسم إلى مثلثين كما هو موضح بشكل رقم (٥-٢٣) ثم يحسب المسطح ويقارن بما هو مقاس بالطريقة السابقة ثم تقاس الإرتفاعات حسب ما سبق بيانه وبذلك يحسب مكعب الرصة .



شكل رقم (٥ - ٢٣) كروكي رصة غير منتظمة

(ب) عمل معدلات للرص الرديء

إذا كان الرص رديئاً فيمكن عمل معدل على إحدى الرصات التي بها شك وتنتخب بمعرفة المهندس ومساعد مدير الأعمال وبحضور المقاول أو مندوبه ويعمل جشنى عليها ثم يعاد رص الدبش تحت إشراف المهندس ومساعد مدير الأعمال بواسطة عمال وبنائين على نفقة المقاول على أن يتم العمل في يوم واحد ثم تقاس الرصة بعد إعادة فكها ورصها وذلك بمعرفة المهندس ومساعد مدير الأعمال وأى فرق بين الرصة الجديدة والقديمة بالعجز يخصم من جميع مكعبات الأمر ويمكن خصمه من جميع الأوامر الأخرى مع عمل محضر بذلك يوقعه المقاول أو مندوبه نتيجة المقاس والجشنى القديم والجديد ثم يعتمد هذا المحضر من الإدارة المختصة - ولذلك يجب أن يتم رص الدبش بمعرفة المقاول جيداً كما يجب أن تكون الرصات بعيداً عن سواحل النيل حتى لا يتهايل الميل ويسقط الدبش بعد الإستلام وقبل المباني .

ويراعى أن مكعب المباني للتكسيات يكون من ٨٢٪ إلى ٨٤٪ من الدبش المورد وإذا قلت عن ذلك فيكون إما بسبب زيادة سمك التكسيات عن المقرر أو أن الرص للدبش المورد رديء وفي جميع الحالات يكلف المقاول بإحضار دبش على حسابه لإستيفاء أطوال التكسيات .

وتعمل أول قطاعات لمواقع التكسيات أو الرؤوس ومنها يحسب مكعبات الدبش للمباني ثم تزداد في حالة التكسيات بنسبة ١٨٪ للتوريد وعلى أساس ذلك تصدر أوامر توريد الدبش ثم يسلم الدبش للسيد المهندس ولا يبنى إلا إذا إعتمدت مكعبات التوريد من الجشنى الذى يجب ألا تقل نسبة الجشنى للتوريد عن ٢٥٪ ويجب ألا تزيد النسبة بين قياس المهندس والسيد مساعد مدير الأعمال عن ٥٪ من كمية الدبش المقاسة وتصدر الأوامر حسب العقود إما بند للتوريد وبند للمباني بنفس مكعبات التوريد وفي هذه الحالة يعتبر طول التكسيات مساوياً لمكعب التوريد ناقص ١٨٪ للمباني مقسوماً على مسطح التغطية المباني ليعطى أطوال التكسيات التى يجب ألا يقل الطول عنها ولا يزيد كثيراً حتى لا ينقص سمك التغطية عن ٥٠ سم المحدد بالرسومات - أو تصدر مكعبات المباني طبقاً للرسومات للتكسيات وبالأطوال المحددة بالرسومات وفي هذه الحالة يلتزم المقاول بالبناء حسب العقد وطبقاً للرسومات من حيث الأطوال وبالخبرة نحن نفضل النوع الأول .

٦.١.٥ تحديد خطوط منافع النهر Management Lines

١.٦.١.٥ الغرض من خطوط منافع النهر

فى نهاية الأربعينات قامت وزارة الري (الآن وزارة الموارد المائية والري) ، من واقع مسئوليتها فى تحديد حدود النهر الأمانة والتنمية والأنشطة الواقعة على شواطئه ، قامت بتحديد ما يسمى بخطوط تهذيب النهر وكان منها الآتى :

تأمين مرور فيضان مقداره ٩٥٠ مليون م^٣ / اليوم وتحدد خطوط المجري الذي يتسع له .

تحديد منافع النهر التي لا يسمح فيها بإقامة أية منشآت وتخضع لملكية الوزارة لتقوم فيها بإجراءات خاصة بحماية النهر دون الحاجة إلى نزع ملكيات .

السماح للتغيرات الطبيعية فى مجري النهر أن تحدث بدون عوائق أو خسائر إلا أن هذه الخطوط لم تعد ذات جدوى فى الوقت الحالى لتغير مورفولوجية النهر بعد السد العالى والتحكم فى تصرفاته بحيث يستوعب المجرى التصرفات الإجمالية بعد تنفيذ مشروعات أعالي النيل ولهذا كان من الواجب وضع تصور جديد لحدود النهر فى وضعه الجديد للتحكم الأفضل والمتواصل للتنمية على شواطئه ولهذا تم فى معهد بحوث النيل ٩٩٠ اوضع طريقة جديدة لحدود النهر وذلك بالإستعانة بخبراء من دول العالم المتقدمة الذين أوصوا بإستخدام الطريقة الجيومورفولوجية لتحديد خطوط منافع النهر التى يجب أن تقوم على أساس أن النهر يحدد بنفسه المجري الذي يسلكه والمساحة من الأرض التى يحتلها لينقل التصرف الذى يمر خلاله .

وتعتمد هذه الطريقة على تحديد خطوط المنافع Terrace Lines وخطوط المجرى Channel Lines والذان يتم تحديدهما كما يلى:

خطوط المنافع Terrace Lines

وهذه الخطوط هي عادة خطوط ثابتة وهي تصنع حدود النهر على الجانبين والتي كان فيضان النيل قبل بناء السد العالى يصل إليها أو بمعنى آخر هي حدود طراد النيل القديم والذي كان يحتوى مجرى النهر خلال الفيضان ولكن منذ بدء تشغيل السد العالى فإن هذه المناطق على الجانبين لم تصل إليها المياه ولكنها معرضة للنحر والتآكل .

وقد تم تحديد خطوط المنافع بأنها الخطوط التى تمثل حدود المجرى ليستوعب تصرف الطوارئ (والمحدد بمقدار ٦٠٥ مليون م^٣ / يوم أو ٧٠٠٠ م^٣ / ث عند أسوان) .

خطوط المجرى Channel Lines

وهي فى الأساس خطوط تتبع مورفولوجية النهر وتبين المجرى الجديد للنهر والذي أصبح منخفض الطاقة بعد التحكم فى تصرفاته بعد تشغيل السد العالى ١٩٦٩ .

ولتحديد خطوط هذا المجرى يؤخذ فى الإعتبار حدود المجرى الثابت ويستبعد القنوات الجانبية التى تنحصر عنها المياه عند إنخفاض المنسوب وكذلك الجزر الغاطسة والمناطق الضحلة .

ومن الأهمية بمكان أن يلفت النظر إلى حقيقة أن خطوط المجرى غير ثابتة حيث تتغير بتغيير مورفولوجية النهر ويتم تحديد هذه الخطوط على الخرائط الطبوغرافية المأخوذة من التصوير الجوى ذات المقياس ١ : ١٠٠٠٠ وكذلك من الطبيعة .

٥-٦-٢ تحديد (الخطوط) :

لتحديد خطوط منافع النهر يلزم أن تتوفر قاعدة بيانات عن النهر شاملة خرائط هيدروجرافية وطبوغرافية وصور أقمار صناعية إن وجدت .

٥-٦-٣ قاعدة البيانات

تشمل هذه القاعدة الاتى :

أ - الخرائط الهيدروجرافية ذات المقياس ١ : ٥٠٠٠ والتي تم عملها لنهر النيل سنة ١٩٨١ - ١٩٨٢ وهى تمثل الخطوط الكنتورية لقاع النيل .

ب - الخرائط الطبوغرافية من ١ : ١٠٠٠٠ والتي تم إستخراجها من الصور الجوية وهى تعتبر مكمل للخرائط الهيدروجرافية .
ونود أن ننوه هنا أنه يلزم تحديث خطوط المنافع كلما لزم الأمر وعند توفير بيانات حديثة وذلك للتغيير المستمر فى مورفولوجية النهر .

ج - صور الأقمار الصناعية : وهذه الصور عادة تكون بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠ وهى تساعد فى تحديد خطوط المجرى فى الحالات المشكوك فيها أى أنها تعتبر كمرجع فى حالة عدم وضوح خط المجرى من الخرائط الهيدروجرافية والطبوغرافية كما سيلي فيما بعد .

٥-٦-٤ منحنى الرمو

ويتم تحديد منحنى الرمو فى الحبس المراد عمل خطوط المنافع له بإستخدام نموذج رياضى مثل HEC-2 أو ما شابهه وبإستخدام القطاعات المأخوذة عام ١٩٨٢ أو ما هو أحدث من ذلك إذا توفرت ويتم عمل منحنيات الرمو للتصرفات الآتية :

- أقصى تصرف حالى مع إعتبار المنسوب أمام القناطر المناظر لمثل هذا التصرف (كمثال فى حالة الحبس من نجع حمادى إلى أسيوط فيؤخذ أقصى تصرف فى هذا الحبس والمنسوب المناظر له عند قناطر اسيوط) .

- أقصى تصرف مستقبلى للوفاء بالإحتياجات المائية فى الحبس المناظر لتصرف قدره ٣٠٠ مليون م^٣ / اليوم خلف السد العالى أو التصرف بعد تنفيذ مشروعات أعالى النيل أيهما اكبر .

- تصرف الطوارىء والمناظر ٦٠٥ مليون م^٣ / اليوم خلف السد ويكون المنسوب أمام القناطر فى هذه الحالة بإعتبار أن البوابات مفتوحة تماما .

وتجدر الإشارة أن معامل ماننج يتراوح بين ٠,٠٢٤ إلى ٠,٠٣٢ فى جميع الحالات ويمكن أخذ قيمة متوسطة وكذلك يجب أن يوضع فى الإعتبار أن التصرف يقل فى الأحباس المختلفة كلما إتجهنا شمالا .

٥-٦-١-٥ تجهيز الخطوط

تتضمن خطوات إعداد خطوط منافع النهر فى الآتى :

- أ - يتم رسم القطاعات فى الحبس المراد عمل خطوط المنافع له من واقع أحدث مساحة هيدروجرافية ويمكن إدخال هذه البيانات إلى الكمبيوتر .
- ب - يتم توقيع مناسب المياه من حسابات منحني الرمو على القطاعات المرسومة فى الخطوة السابقة وذلك بمعلومية مسافة القطاع وتحديد منسوب سطح الماء المناظر .
- ج - يتم تحديد نقط خطوط المنافع Terrace Line Point (TLP) ونقط خطوط المجرى (CLP) Channel Line Point على القطاعات .

وفى الآتى نوضح كيفية تحديد هذه النقط :

- تحديد نقط خطوط المنافع : وهذا التحديد غير صعب حيث إنها نقط تعلو منسوب سطح الماء فى حالة الطوارئ على كلا الجانبين والتي تمثل نقط تغيير فى الإنحدار من إنحدار عالى فى إتجاه النهر إلى إنحدار منبسط فى الإتجاه بعيدا عن النهر وتجدر الإشارة إلى أن الجزر ينطبق عليها نفس القاعدة .
- تحديد نقط خطوط المجرى : وهذا بالتحديد يصعب الحصول عليه أو غير متيسر فى أحوال كثيرة حيث أن هذه النقط تمثل الخطوط المورفولوجية التى تحدد مجرى النهر وتقع على الإنحدار الجانبى للنهر وهى نقط التغيير الواضح فى الإنحدار على جانبى النهر وقريبة ما أمكن من سطح المياه فى حالات التصرف الحالية وهى تحدد الحافة العليا للمجرى الجديد الذى يحاول النهر الوصول إليه .

وفىما يلى توضح ثلاثة حالات يتم فيها تحديد خط المجرى كالاتى :

- أ - الحالة الأولى فيها تكون نقطة خط المجرى واضحة فى الجانب الأيسر أما فى الجانب الأيمن فهى غير محددة ولكن يمكن تحديدها فى هذا الجانب بمد خط افقى من نقطة خط المجرى فى الجانب الأيسر حتى يتلاقى مع الجانب الأيمن .
- ب - الحالة الثانية وفيها تكون نقط خط المجرى واضحة على كلا الجانبين .
- ج - الحالة الثالثة وفيها تكون نقط خط المجرى غير محددة لعدم تغير الإنحدار بصورة مفاجئة مثل الحالات السابقة وفى هذه الحالة فإن نقط خط المجرى وخط المنافع تكون منطبقة على بعضها فى المسقط الأفقى .
- د - تجهيز خرائط كنتورية للحبس المراد تحديد الخطوط له وتشمل المجرى المائى وما لا يقل عن ٢٠٠ متر على جانبى المجرى من كلا البرين .
- هـ - توقع النقط السابق تحديدها فى (ج) على الخرائط الكنتورية بمعلومية مواقع القطاعات ثم توصل كل نقطة بالنقطة المناظرة لها فى نفس الجانب للحصول على خطوط المجرى وخطوط المنافع

وفى حالة عدم وضوح خط المجرى فيمكن تحديدها بواسطة الخط الذى يصل بين نقطة خط المجرى فى القطاع السابق لهذا القطاع والذى يليه مع إستخدام صور الأقمار الصناعية والتي يتم الحصول عليها بإستمرار للتأكد من عدم حدوث تغيرات مورفولوجية تجعل تحديد هذا الخط بالطريقة المذكورة غير واقعى ويجدر التنويه بأنه يجب أن يقوم بهذا العمل مهندس متمرس له دراية كافية بمورفولوجيا الأنهار .

وفى التالى نوضح بعض الخصائص الأساسية لخطوط المجرى وخطوط المنافع .

أولا : تكون هذه الخطوط على هيئة منحنيات مستمرة ومحاذية لمجرى النهر إلا فى حالة الجزر العالية فتكون منحنيات مقفلة .

ثانيا : لا تقطع هذه الخطوط المجرى بأى حال .

ثالثا : لا يشترط توازى خطوط المجرى مع خطوط المنافع فقد يبعدان من بعضهما البعض وفى حالات كثيرة يلتقيان كخط واحد ولكن من غير الممكن أن يتقاطعا مع بعضهما وفى جميع الحالات يكون خط المنافع أبعد عن المجرى من خط المجرى .

٦.٦.١.٥ تحقيق خطوط منافع النهر

فى حالة عدم توفر بيانات حديثة لإستخدامها فى رسم الخرائط الكنتورية السابق الإشارة إليها فى ٦-١-٥ يلزم عمل تحقيق للخطوط المرسومة على الطبيعة بواسطة إدارات حماية النيل وهذا ضرورى وبالأخص بالنسبة لخطوط المنافع نظرا لإقامة بعض المنشآت الحديثة أو لحدوث نحر فى الأراضى أو لأى سبب آخر طبيعى أو صناعى يغير من مورفولوجية النهر أو جانبه .

٧.٦.١.٥ أعمال المتابعة

تتغير مورفولوجية الأنهار بطريقة مستمرة ويتوقف معدل هذا التغير على عوامل كثيرة منها على سبيل المثال لا الحصر :

- إقامة المنشآت المائية الكبيرة .
- كثافة الملاحة النهرية .
- إنشاء رؤوس داخل المجرى .
- تغيير مفاجئ فى التصرفات .
- السيول إلخ .

وهذا يتطلب متابعة دورية لأى تغيرات تحدث فى مجرى النهر .

ونظرا لبطء عملية التغير فى معظم الحالات كما أن معظم التغيرات تكون مورفولوجية وهى التى تؤثر على خط المجرى فإنه يتم إتخاذ الإجراءات التالية :

- فى حالة رصد أى تغيرات محلية سريعة مثل إنهيار للسواحل أو إقامة منشآت مخالفة أو تجريف للأرض فإنه بالإضافة لإزالة المخالفات طبقا للقانون فإنه يلزم تعديل خطوط المجرى وخطوط المنافع لهذه الأماكن .

- يتم مراجعة خطوط المجرى كل ١٠ - ١٥ سنة .
- يتم مراجعة خطوط المنافع كلما لزم الأمر أو كل ٢٠ سنة أيهما أقل .

٧.١.٥ الملاحة النهرية

١.٧.١.٥ تقسيم الأنهار والمجارى المائية

تشكل الملاحة النهرية عاملا مهما لنظام النقل فى جمهورية مصر العربية ... وتنقسم الأنهار من الناحية الملاحية إلى :

- أ - أنهار طبيعية لم يتم التحكم فى تصرفاتها .
- ب - أنهار تم التحكم فيها بالأعمال الهندسية .

كما يتم تقسيم السفن الملاحية النهرية حسب حمولتها إلى أربعة أقسام :

- أ - أقل من ٤٠٠ طن
- ب - أقل من ٦٥٠ طن
- ج - أقل من ١٠٠٠ طن
- د - أقل من ١٥٠٠ طن

وقد تم عمل هذا التقسيم على اساس أن السفن تعمل بنظام الجر والذى تم تغييره الآن إلى نظام الدافع والمدفوع وهو أحسن إقتصاديا .

٢.٧.١.٥ طرق التحكم فى النهر من ناحية الملاحة

يتم ذلك بتشجيع النهر الرسوبى على تكوين مجرى ملاحي بقدرته الذاتية على نحر القاع وتركيز التيار فى قطاع ضيق نسبيا وبذلك يزيد الإنحدار الهيدروليكي وتزداد السرعة فى النهر . وتستخدم الخوازيق والأحجار والتكسيات وأعمال التكريك للمحافظة على القطاع الضيق بالنهر وتهذيبه وتعميقه .

وتكون الأنهار الرسوبية فى حالتها الطبيعية قادرة على عمل الإنحناءات المتصلة بأجزاء عريضة نسبيا تسمى عبارات (Crossings) وتكون الإنحناءات ذات أعماق كبيرة نسبيا وإنحدارات أقل من تلك الموجودة فى العبارات . ويبين الشكل رقم (٥-٢-أ) العلاقة بين نصف قطر الإنحناء والأعماق فى المنحنيات والعبارات .

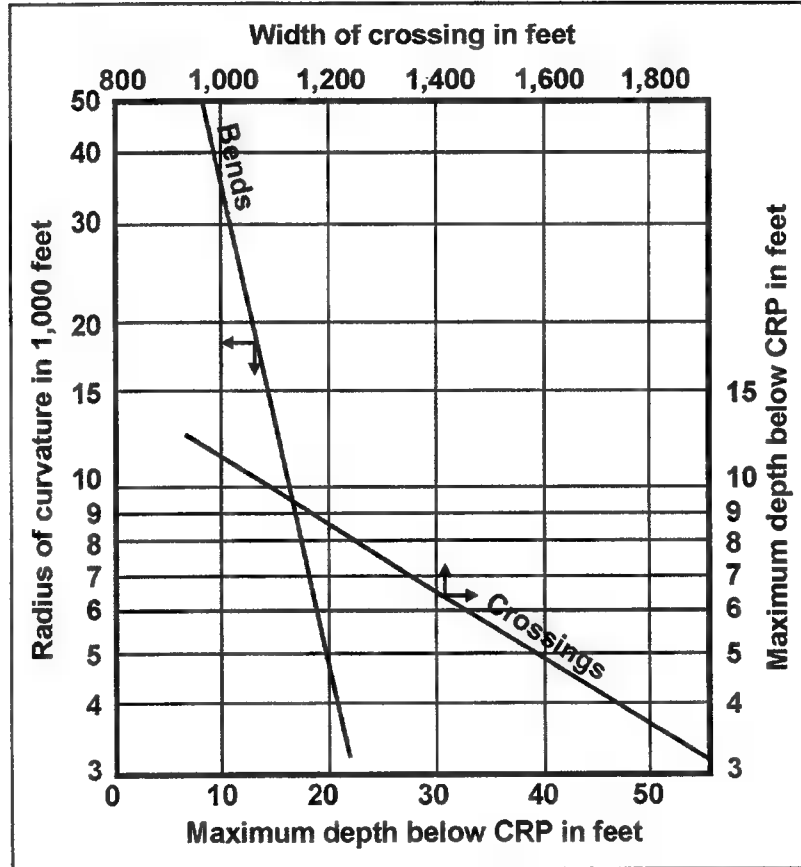
ويجب أن يكون الإتصال بين المنحنيات قصيرا ومستقيما ويكون الجزء المستقيم يساوى (٢ - ٣) مرات عرض المجرى (B) .

ومن المهم معرفة حركة المواد الرسوبية فى النهر لتحديد وتخطيط أعمال التحكم حيث تتطلب الأنهار ذات الأحمال الكبيرة سرعات أكبر للمحافظة على قطاع صالح للملاحة ويتطلب ذلك بالتبعية أعمال تهذيب أكبر .

ويتم تنفيذ أعمال التحكم بإعادة تخطيط النهر للتخلص من المنحنيات الحادة ومناطق العبارات العريضة . كما تتم أعمال تخطيط النهر وتثبيتته ببناء الرؤوس الحجرية والمنشآت الأخرى أو بعمليات التكريك .

وتبنى الرؤوس الحجرية لتوجيه تيارات النهر وتكون إما مسامية أو غير مسامية وتنشأ عادة متعامدة على التيار .

وعندما يكون من الضروري تحسين تخطيط النهر فإن ذلك يتم عن طريق عمل قطع ابتدائي على طول التخطيط المطلوب مع تشجيع النهر على إكمال الحفر بقوته الذاتية . كما يجب أن يكون بداية القطع الابتدائي في الجانب المقعر للانحناء وفي الأمام من نقطة التغير في الانحناء .



شكل رقم (٥-٢٤-أ) نصف القطر للانحناء كدالة في عمق المياه في المنحنى وعرض القطاع مع العمق

ويتم تحديد أقل نصف قطر (r) للمجرى المائي بطول السفينة التي سوف تستخدم النهر مضروباً في ثابت يساوي (٣) للسفن المدفوعة ، (٤,٥) للسفن المجرورة .

ويزاد العرض (B_o) للمجرى المائي في المنحنى في حالة المرور في اتجاهين عن طريق المعادلة ، شكل (٥-٢٤-ب) :

$$B_o = B + \Delta B \quad (5-19)$$

حيث (B) هو أقل عرض للمجرى في الأجزاء المستقيمة ،

$$\Delta B = \frac{L^2}{(2r + B)} \cong \frac{L^2}{2r}$$

وتكون زاوية الإنحناء (α) هي ميل خط الجر مع المماس لنصف القطر . وتعتمد هذه الزاوية على نصف قطر المنحنى والسرعة وقدرة الجر وتصميم نظام الجر والتحميل وشدة الرياح والسرطان في النهر.

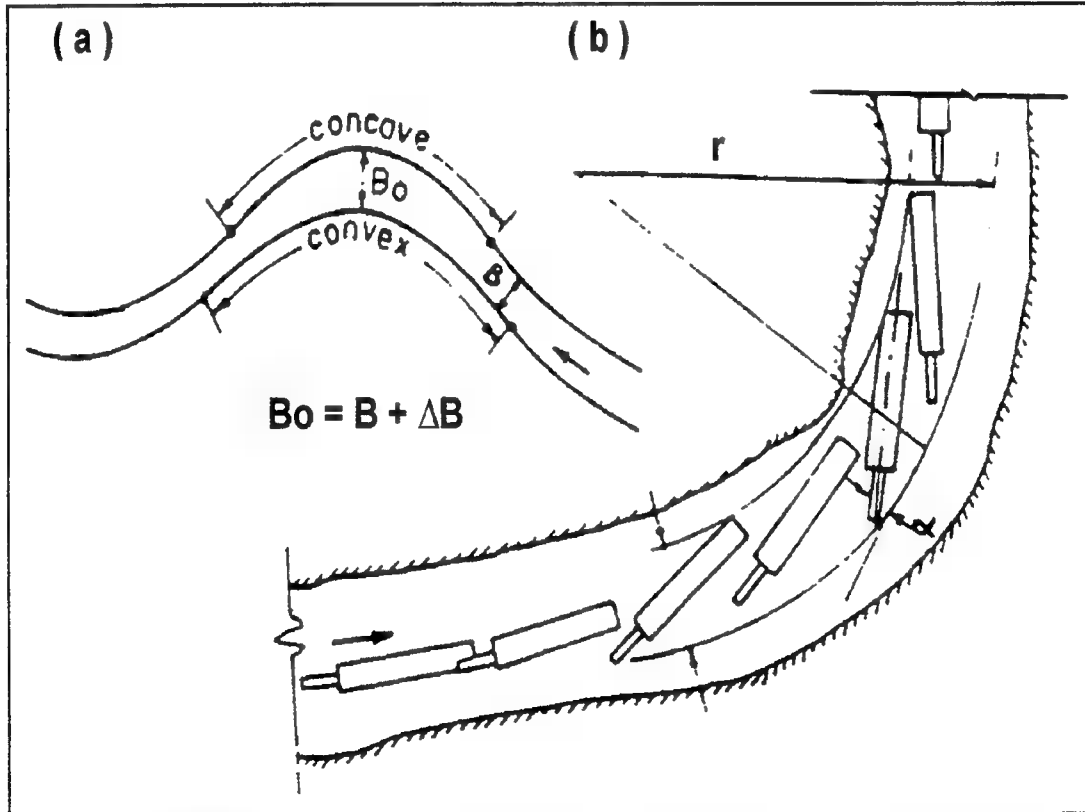
وتكون الزاوية (α) كبيرة في حالة السير مع التيار وصغيرة في حالة السير ضد التيار :
 ($2^\circ < \alpha < 15^\circ$) وذلك لأنصاف أقطار المنحنيات ($400 < r < 2500 \text{ m}$) وكلما كبر نصف القطر (r) كلما صغرت الزاوية (α) تقسم على إثنين .

ويكون العرض (Bo_1) في حالة المرور في إتجاه واحد هو :

$$Bo_1 = L_1 \sin \alpha_d + 2c$$

وفي حالة المرور في إتجاهين يكون :

$$Bo_2 = L_1 \sin \alpha_d + b_1 + L_2 \sin \alpha_u + b_2 + 2c + c'$$



شكل رقم (٢٤-٥ ب) الإنحناء وتحريك القافلة في مجرى مائى (نونفاك ١٩٨٨)

حيث (L) هو طول نظام الجر ، (α) هي أقصى قيمة لزاوية الإنحناء (b) عرض نظام الجر ،
 (c) هو مقدار الخلو ص بين أنظمة الجر ، (c') مقدار ثابت . ويكون الرمز (d) دلالة على أن
 الجر في إتجاه التيار ، والرمز (u) في عكس التيار ، والرمز (1) لنظام الجر الأول ، (2) لنظام
 الجر الثانى .

٣.٧.١.٥ المقاومة الناتجة عن حركة السفن الملاحية

عندما تتحرك سفينة في مجرى مائي فإنه يحدث تيار عكسي ليملأ المكان الذي تم تفريغه بحركة السفينة ، كما يحدث إنخفاض على جانبي السفينة . وفي العادة تؤخذ النسبة بين قطاع النهر إلى قطاع السفينة المغمور أكبر من (٤ : ١) .

وتكون أقصى سرعة للإبحار عكس التيار حوالي ٢,٥ متر في الثانية .

وتتأثر مقاومة السفينة بعوامل كثيرة مثل سرعة السفينة وسرعة التيار وشكل هيكل السفينة وطولها وغطاسها وبعدها عن جوانب النهر .

والمعادلة العامة لتحديد المقاومة أعطاهها كا (kaa. 1978) على شكل :

$$\rho \times R = C_f \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v + u)^2 \cdot A' + P \cdot g \cdot B \cdot D \cdot Z + \frac{1}{2} C_p \cdot \rho \cdot v^2 \cdot B$$

حيث (v) هي سرعة السفينة ، و (u) هي سرعة التيار العائد عند مؤخرة السفينة ، (Z) هو هبوط سطح المياه بجوار السفينة ويساوي هبوط جسم السفينة ، (C_f) هو معامل المقاومة ، (A') هي مساحة الهيكل المبني للسفينة ، (B) هو عرض السفينة ، (D) هو غاطس السفينة ، (C_p) هو معامل يعتمد على سرعة السفينة وغطاسها .

وتحسب سرعة التيار العائد (u) وهبوط السفينة (Z) في المعادلة السابقة من معادلات الطاقة والإستمرار كالآتي :

$$Z = \frac{1}{2g} \left[(v + u)^2 - v^2 \right] \quad (5-20)$$

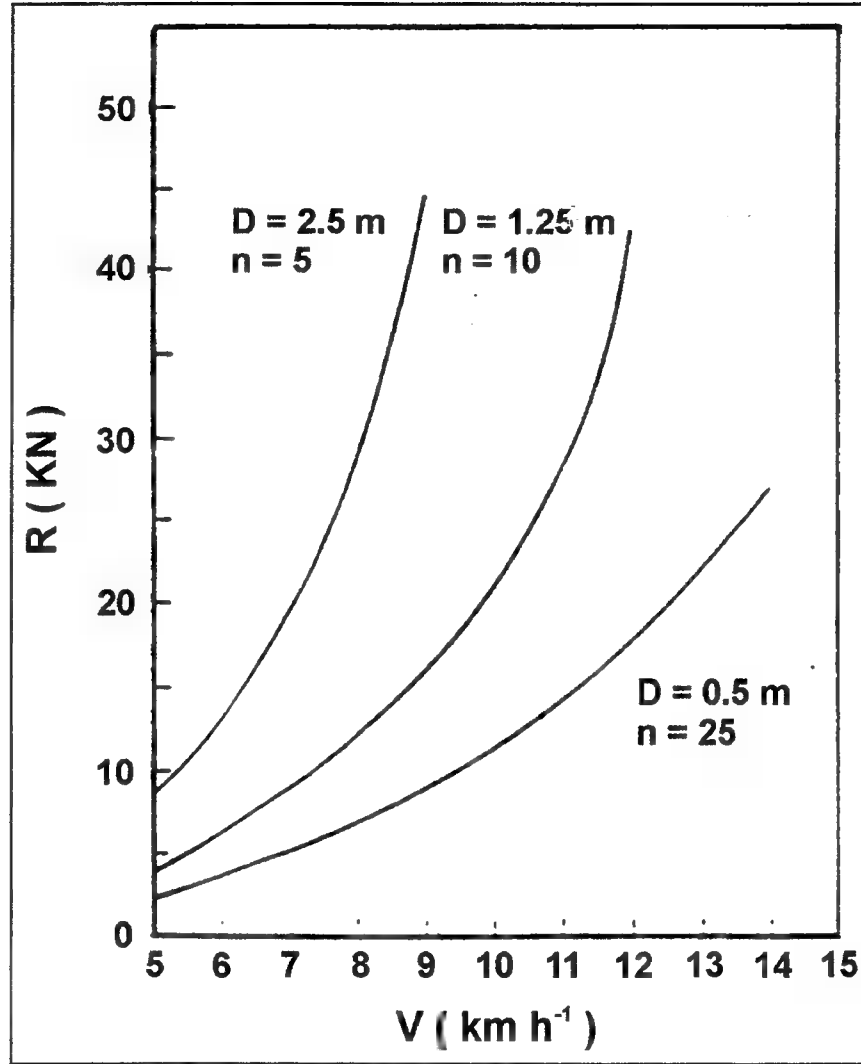
$$v \cdot A = (v + u)(A_c - A_m - \Delta A_c) \quad (5-21)$$

حيث (A_c) هي مساحة قطاع النهر ، (A_m) هي مساحة قطاع السفينة عند منتصفها ، القيمة التقريبية للمقدار (ΔA_c) هي :

$$(\Delta A_c \cong B_c \cdot Z)$$

حيث (B_c) هو عرض المجرى المائي غير المعاق .
وتقل المقاومة (R) مع النسبة (n) لمساحة مقطع المجرى المائي (A_c) والقطاع المغمور للسفينة (A_m) .

وكمثال فإن التغير التقريبي للمقاومة (R) لسفينة حمولة ١٣٥٠ طن كدالة في السرعة (v) للقيم (n) ، (D) لأكبر غاطس (D = 2.5 m) عند (n = 5) مبين في الشكل (٥-٢٤ - ح) .



شكل رقم (٥-٢٤-٥) المقاومة كدالة فى السرعة

وقد تم حساب المنحنيات فى شكل (٥-٢٤-٥) بإستخدام المعادلة البسيطة التى أعطاها (Cabelk Gebers, 1976) كالاتى :

$$R = (\lambda \cdot A^1 + K \cdot B \cdot D) v^{2.25} \quad (5-22)$$

حيث (R) تساوى (KN x 10) ، السرعة (v) بالمتري فى الثانية وقيمة (λ) تتغير من (٠,١٤) للهيكل الصلب إلى (٠,٢٨) للهيكل الخشب وتتغير قيمة (K) ما بين (١,٧) للقوارب الصغيرة والصنادل الفارغة إلى (٣,٥) للصنادل المحملة .

وتكون مقاومة السفينة فى الانحناءات فى النهر ذات القطر (r) أكبر نتيجة للقوة الطاردة المركزية المؤثرة على جانب السفينة عند زاوية ميل (α) ، شكل (٥-٢٤-٥ ب) .

٥-٧-١-٥ تأثير الأمواج على جوانب النهر

تسبب حركة المياه أمواج تهاجم جوانب النهر ويتطلب ذلك حماية لها ويكون إرتفاع الأمواج الناتجة عن مرور السفن معتمد أساسا على سرعة السفن وحجم السفن ومكانها بالنسبة لجوانب النهر وتعتبر سرعة

السفينة أهم عامل مؤثر . وترتفع الأمواج بدرجة كبيرة مع السرعة حتى تصل إلى أقصى إرتفاع لها مع السرعات الكبيرة ولكن هذا نادر الحدوث في حالة السفن التجارية .

٥.٧.١.٥ النهر كقناة ملاحية

يمكن تحويل النهر إلى قناة ملاحية بإنشاء مجموعة من القناطر مزودة بأهوسة ملاحية . وهذه ضروره من الناحية الملاحية إذا كان عمق النهر صغيرا والسرعة كبيرة مما يسبب مشاكل للملاحة الآمنة .

وتكون الأنهار التي بها مواد رسوبية كبيرة أصعب في تطويرها كما أن الأنهار التي تتغير بها التصرفات خصوصا التصرفات الصغيرة لا يمكن تحويلها إلى قناة ملاحية بقوتها الذاتية ولكن يمكن ذلك بإنشاء مجموعة من القناطر على النهر .

وتكون السرعة في الأنهار التي يزيد إنحدارها عن ١٩ سم / الكيلو متر كبيرة وخطرة على الملاحة وتمنع عمل النهر كقناة ملاحية حتى ولو كان التصرف كافيا .

ويكون عدد ومكان القناطر اللازمة لتحويل النهر إلى مجرى ملاحى معتمد على أقل عمق مياه مطلوب ، ميل النهر وطبوغرافية السهل الفيضى والإنشاءات الموجودة به .

ويجب أن تكون المسافات بين القناطر أطول ما يمكن لتقليل عدد القناطر والأهوسة ولكن يجب في نفس الوقت تقليل مساحة الأراضي التي تغمر وأعمال التعمير بها . كما يجب أن تكون الفروقات بين مناسيب المياه أمام القناطر المتتالية في حدود (٥ ← ١٥) متر .

٦.٧.١.٥ الأهوسة النهرية

تشكل الضواغط المائية في الأنهار التي عليها مجموعة من القناطر مشكلة بالنسبة للملاحة . يتم التغلب على هذه المشكلة بإنشاء الأهوسة بمكوناتها من البوابات والأحواض والمحابس وأجهزة الملء والتفريغ .

وتوجد أنواع مختلفة من بوابات الأهوسة منها التي تتحرك حول مفصل أو النوع الرأسي أو المغمور وأنواع كثيرة أخرى .

وتكون المحابس اللازمة لعمليات الملء من النوع الرأسي أو الإسطوانى . كما تستخدم أخشاب الغما أو البوابات الرأسية في الحالات الحرجة .

وتصمم أحواض الأهوسة لتتحمل ضغوط الأتربة والمياه السطحية والجوفية وكذلك القوى المتولدة من إرتطام السفن بها .

ويترك في العادة خلوص حوالى (١,٠ متر) بين السفينة وحوايط الهويس . كما يكون طول الهويس أكبر من طول أطول سفينة تستخدم الهويس بحوالى (١ ← ٥) متر .

ونظرا للفرق بين مناسيب أعتاب البوابات تكون بوابة الأمام أصغر دائما من بوابة الخلف . وتتحكم أعتاب البوابات في مقدار الغاطس للسفن التي تستخدم الهويس . وفي العادة يضاف (١ ← ٢) متر للغاطس كاحتياط للتوسع المستقبلى في إستخدام النهر .

وأثناء ملء وتفريغ الهويس يحدث سريان غير مستقر (Unsteady Flow) فى الهويس والمجارى المائية المتصلة به ويسبب ذلك قوى كبيرة على السفن يجب ألا تزيد عن الحدود المسموح بها .

ويمكن التغلب على هذه القوى بربط السفن بحبال رباط إلى الهويس أو فى المجارى المائية المتصلة به .
وأثناء تفريغ الهويس فإن السفن تتأثر عادة بقوى أصغر من تلك التى تحدث أثناء ملء الهويس بسبب عمق المياه الكبير .

٥.١.٧-٧ الموانى النهرية

يحدد موقع وتخطيط الموانى النهرية حسب حجم البضائع المتداولة فعندما يكون حجم البضائع صغيرا فإنه يمكن إنشاء الميناء على جانب النهر مباشرة وتعرض الجسر بمسافة تساوى مرتين إلى ثلاثة مرات عرض السفينة أو بالعرض اللازم لتزويد السفينة .

أما بالنسبة للأحجام المتوسطة للبضائع فإنه من الأفضل إنشاء حوض الميناء خارج مجرى النهر وتوصيله إلى المجرى الملاحي بواسطة مدخل مناسب .

أما فى حالة أحجام البضائع الكبيرة فإن حجم الميناء يجب أن يكون أقل ما يمكن مع وجود عدد من الأحواض متصلة بالمجرى الملاحي بقناة إقتراب مع وجود حوض تدوير كما أن تخطيط الميناء يعتمد على الموقع والغرض من الميناء .

٥.٢-٢ صيانة شبكات الرى

بعد إنشاء السد العالى تناقصت مكعبات التطهير فى الترعر نتيجة لحجز الطمي أمام السد العالى إلا أنه نتيجة لإلقاء الأهالى المخلفات بكافة أشكالها وأنواعها بالترعر ، فقد إستمرت الحاجة إلى عمليات التطهير . ولا تقتصر عمليات الصيانة على التطهير فقط ، بل يستلزم الأمر نزع الحشائش والتى تزايدت بعد إنشاء السد العالى وخصوصا الحشائش الغاطسة والتى تسبب المشاكل وخصوصا خلال فترة زراعة القطن والأرز ، كما أن تقادم منشآت الرى قد زاد من أهمية عمليات الصيانة بما جعلها العمل الأساسى للوزارة وأعطاهها أهمية قصوى وتجدر الإشارة بأن أطوال الترعر حاليا يبلغ حوالى ٣١ ألف كيلو متر فى حين تبلغ أطوال المساقى الترابية حوالى ٧٠ ألف كيلو متر .

وتحتاج الترعر والمساقى والأعمال الصناعية للصيانة للأسباب التالية :

- ١ - ضرورة المحافظة على أورنيك المجرى ضمانا لإستيعاب القطاع للتصرف المقرر .
- ٢ - ضمان الحصول على الإنحدار التصميمى للمياه بما يسمح بتوفير الضاغط المقرر على فتحات الرى لحصول كل فتحة للتصرف المقرر لها حسب الزمام المرتب عليها .
- ٣ - إستخدام ناتج التطهير لإستيفاء أرانيك الجسور لإستخدامها للمرور - وكذا لإعادتها لشكلها الأصلى قبل التعدى عليها من الأهالى .
- ٤ - ردم البيارات خلف القناطر لحماية الفروشات وسلامتها .
- ٥ - تقوية المواقع الضعيفة لعدم إنهيارها بما ينتج عنه وجود إختناقات فى المجرى .
- ٦ - إزالة الأتربة المترسبة فى الأعمال الصناعية للمحافظة على كفاءتها لإمرار التصريف المقرر وعدم وجود فرق توازن غير مرغوب فيه .
- ٧ - إزالة الحشائش وخاصة قبل موسم زراعة القطن والأرز لمنع وجود إختناقات .

- ٨ - صيانة الأعمال الميكانيكية بالقناطر والفتحات ضمانا لسهولة التشغيل والمحافظة عليها .
- ٩ - صيانة المساقى المطورة .

ويمكن توضيح أعمال الصيانة - كما يلي :

- ١ - أعمال التطهيرات للوصول إلى الأورنيك المقرر (أورنيك مؤقت - أورنيك نهائى) .
- ٢ - أعمال نزع الحشائش (حشائش عائمة - حشائش جرفية) .
- مع إيضاح عمليات نزع الحشائش - سواء يدويا أو ميكانيكيا أو بيولوجيا .
- ٣ - أعمال ردم البيارات وتكاسى الميول .
- ٤ - أعمال إزالة المعوقات .
- ٥ - أعمال الصيانة السنوية للقناطر - الكبارى - الفتحات .
- ٦ - تنظيم عمليات التراخيص على المساطيح وإزالة المخلفات .

٥-٢-١ أعمال التطهيرات

مقدمة

قبل إنشاء السد العالى ونتيجة لإرتفاع تركيز المواد العالقة (الطمى) فى مياه الفيضان (حيث كان المتوسط خلال شهرى أغسطس وسبتمبر حوالى ٢٥٠٠ جزء فى المليون) مقاسا عند الجعافرة نتيجة لذلك كانت تترسب كميات كبيرة من الطمى على الأراضى الزراعية وقيعان وجوانب الترعى والمساقى مما يؤدى إلى تقليل كفاءة المجارى المائية لنقل التصريفات ومما يستدعى تطهيرها سنويا . وكان التطهير يتم على دفعتين كل سنة .

الدفعة الأولى : وهى التطهيرات الشتوية أثناء السدة الشتوية حيث تطهر الترعى الرئيسية (التى لا تطهر بالكرافات) « وترعى التوزيع الكبيرة والترعى الفرعية بشرط نهو التطهيرات خلال فترة أدوار البطالة .

الدفعة الثانية : وهى التطهيرات الصيفية ويتم تطهير ما يحتاج من الترعى الصيفية الصغيرة ويتم التطهير خلال أدوار البطالة .

وكانت تعمل قطاعات إختبارية كل ٥٠٠ متر لكل الترعى خلال شهر أكتوبر بعد مرور الفيضان « وما يحتاج للتطهير تعمل له قطاعات كل ٢٠٠ متر .

وبعد السد العالى وإن كانت الحاجة للتطهير قد قلت لنقص تركيز المواد العالقة إلى حوالى ٥٠ جزء فى المليون .. إلا أنه نتيجة لإلقاء المخلفات بكافة صورها وأشكالها فى المجارى المائية - وخاصة فى المسافات التى تمر فيها المجارى المائية بكتل سكنية ، فقد إستمرت الحاجة لأعمال التطهيرات فضلا عن ضرورة إعادة جسور المجارى المائية إلى حالتها الأصلية بالتكوين أو الترميم لمواجهة حالات التعدى عليها .

١.١.٢.٥ تعريفات

ترعة عمومية :

هى مجرى معد للرى ترابى أو مبطن وتقوم الدولة بنفقات صيانتته ويكون مدرجا بسجلات وزارة الموارد المائية والرى ، وتكون الصيانة إما بالتطهير أو إزالة الحشائش أو ما يعترض سير المياه من عوائق أو ترميم الجسور أو إعادة تكوينها أو إصلاح التباطين - وذلك بإعتبار المجرى من الأملاك العامة .

مسقاة خصوصية :

هى مجرى معد للرى ترابى أو مبطن أو مواسير ويقوم حائزو الأراضى المنتفعة بالمجرى بنفقات التطهير وإزالة النباتات والحشائش المعوقة لسير المياه وكذا باقى النفقات الخاصة بالتشغيل وكذا حفظ الجسور وذلك بإعتبار المجرى من الأملاك الخاصة ويجوز لوزارة الموارد المائية والرى بناء على تقرير من مفتش الرى المختص أو من ذوى الشأن عن عدم قيام الحائزين بأعمال الصيانة المطلوبة ، يجوز لمدير عام الرى المختص إخطار رجال الإدارة بتكليف الحائزين بإنجاز أعمال الصيانة المطلوبة فى وقت معين وفى حالة عدم القيام بتلك الأعمال تقوم الوزارة بها على نفقتهم كل بنسبة الحيازة .

بروفيل

جزء من القطاع يمثل الحالة الابتدائية له قبل تشغيله ويكون طوله فى حدود ٢ - ٣ متر ويمثل القطاع ويترك لعمل المراجعة ثم يزال بعد التأكد من صحة الميزانية .

الأورنيك

هو الشكل الهندسى لقطاع المجرى ومنه يتضح عرض القاع ومنسوبه ثم الميول الجانبية ثم منسوب المسطح وعرضه ثم الميول الداخلية للجسور وعرضها وكامل عرض نزع الملكية ، ويتم حساب الأورنيك لإمرار أقصى تصرف بالمجرى بموقع القطاع ويعاد الحساب لتحديد كفاءة القطاع لإمرار تصرف أقل الاحتياجات أخذاً فى الإعتبار منسوب أقل الاحتياجات - ويحسب الأورنيك لحالتين « الزمام المؤقت والزممام النهائى ويحدد على القطاع منسوبى أقصى وأقل الاحتياجات .

تطهير

هو إزالة الأتربة الزائدة عن الأورنيك لكل قطاع بالمجرى ، وتتم عملية التطهير سواء باليد أو بالحفارات أو باقى المعدات الميكانيكية .

ترميم

هى أتربة تستخدم لتكوين الجسور والمساطيح أو استيفاء لعروضها ومناسبتها المقررة حسب القطاع الطولى للمجرى - وقد تكون أتربة مأخوذة من نفس القطاع أو منقولة .

متارب

قد لا تكفى أتربة التطهير لإستيفاء الجسور والمساطيح ولذلك يستدعى الأمر إستكمال الأتربة المطلوبة من قاع المجرى بشروط معينة .

٢-١-٢-٥ المعدات المستخدمة فى التطهيرات

١ - معدات التطهير باليد

الكريك - الفأس - الغلق

ب - معدات التطهير الميكانيكية

حفارة سلكية

ويتراوح طول الذراع من ١٢,٢٠ إلى ١٩,٢٠ مترا وتستخدم لتطهير الترع التى لا يقل عرض القاع عن ٤ متر وتحتاج إلى مسطح بعرض لا يقل عن ٥ متر .

حفارة هيدروليكية

وهى إما جنزير أو كوتش ويتراوح طول الذراع من ٧,٥ متر إلى ١٢ متر وتستخدم لتطهير الترع من عرض قاع ٢ متر إلى ٣ متر وتعمل إما من جانب واحد أو جانبيين وتحتاج الى مسطح بعرض ٥ متر وهناك حفارات صغيرة للترع الصغيرة .

شفاط

ويستخدم بصفة عامة فى المجارى المائية التى لا يقل عرض القاع عن ٨ متر وعمق مياه مساوى للغاطس المقرر للوحدة مضافا إليه عمق مناسب لتشغيل الوحدة وهناك شفاطات للمجارى المبطنة .

كباش

ويستخدم فى المجارى المائية التى يصعب تشغيل الشفاط فيها بسبب عدم توافر أماكن لتشوين الناتج عليها ، حيث يقوم الكباش برفع الناتج وتحميله فى مواعين منتقلة لنقله بعيدا .

بلدوزر

يستخدم لتسوية وكسر الأتربة سواء على المساطيح أو الجسور .

جريدر

يستخدم لتسوية الأتربة وتمهيد الطرق .

لودر

يستخدم لتحميل ناتج التطهير بعد جفافه لإستخدامه فى الترميم أو نقله بعيدا .

أعمال التطهير للترع والمساقى الترايبية

تشمل عمليات التطهير إزالة الأتربة الزائدة عن الأورنيك سواء من القاع أو الميول وإستيفاء عروض ومناسيب المساطيح والجسور من ناتج التطهير وفى حالة عدم كفاية ناتج التطهير يتم الإستيفاء من متارب من قاع المجرى بشروط معينة أو بالنقل ، كما تشمل عملية التطهير أيضا تسوية الجسور وجعلها صالحة للمرور ، وتشمل أيضا إزالة الأتربة الزائدة عن الأورنيك من تحت الكبارى وأمام قناطر الحجز وترميم البيارات خلف القناطر ، وتشمل دراسة وإستيفاء عروض مناسيب الجسور المشتركة بين الترع

والمصارف ضمانا لعدم تجاوز خط الرشح للحدود الآمنة وستكون فى حدود ٧ : ١ للتربة الطينية إلى ١٠ : ١ للتربة الرملية الناعمة .

المواعيد المناسبة للتطهير

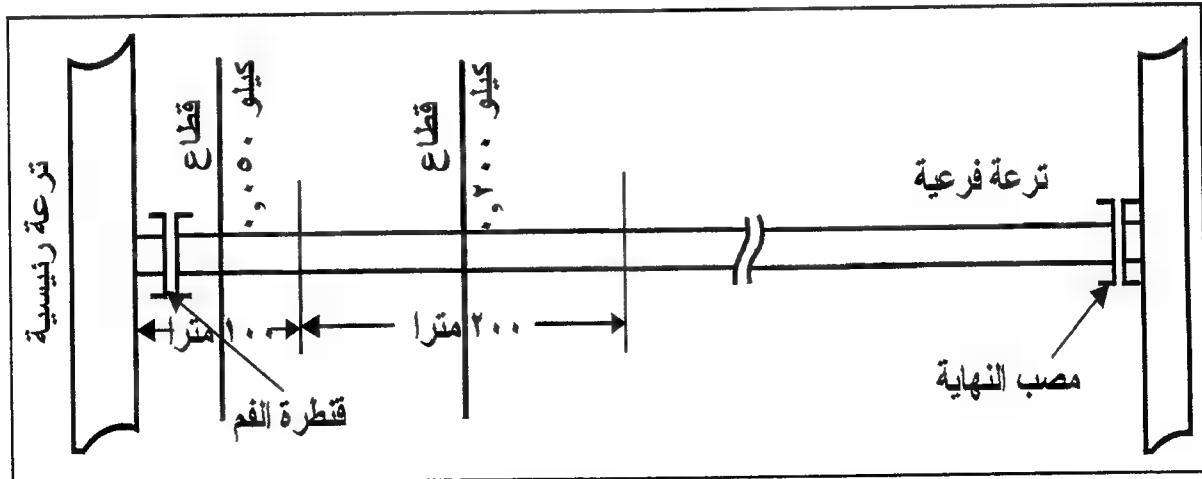
يعتبر شهرى يونيو ويوليو شهور أقصى الإحتياجات فى الوجهين القبلى والبحرى - لذلك يلزم أن تتم التطهيرات قبل شهر يونيو وأن تكون الترع والمساقى على إستعداد كامل لإمرار تصرفات أقصى الإحتياجات كما يلزم أيضا أن تكون المجارى المائية بحالة جيدة لإمرار الإحتياجات اللازمة خلال شهر مارس وحتى منتصف أبريل وهى إحتياجات زراعة القطن .

طريقة حساب الأورنيك ومراجعة أرانيك الترع والمساقى

يصمم قطاع المجرى المائى لإستيعاب التصرفات المقررة ، وهى التصرفات خلال شهرى يونيو ويوليو ، ويتم حساب التصرف لكل مجرى تبعا للزمم والتركيب المحصولى والإحتياجات الشهرية للمحاصيل خلال شهر يوليو ، ويحدد الأورنيك خلف الفم ثم فى مواقع مختلفة على المجرى (مواقع تغيير الزمام) ، وعلى أساس مناسيب المياه التصميمية لأقصى الإحتياجات تحدد الإنحدارات المقررة والقطاع عند كل موقع ، ثم يعاد الحساب عند كل موقع تبعا لمناسيب المياه فى فترة أقل الإحتياجات ويؤخذ القطاع الأنسب والذى يكفى الحاليتين وتحدد الإنحدارات وشكل القطاع من المعادلات واللوحات التصميمية لمعهد بحوث صيانة الترع والمصارف (أشكال ٥-٢٩ ، ٥-٣٠ ، ٥-٣١) (يرجى الرجوع الى الحساب فى بند (٥-١-٣))

تنظيم عملية التطهيرات والترميم

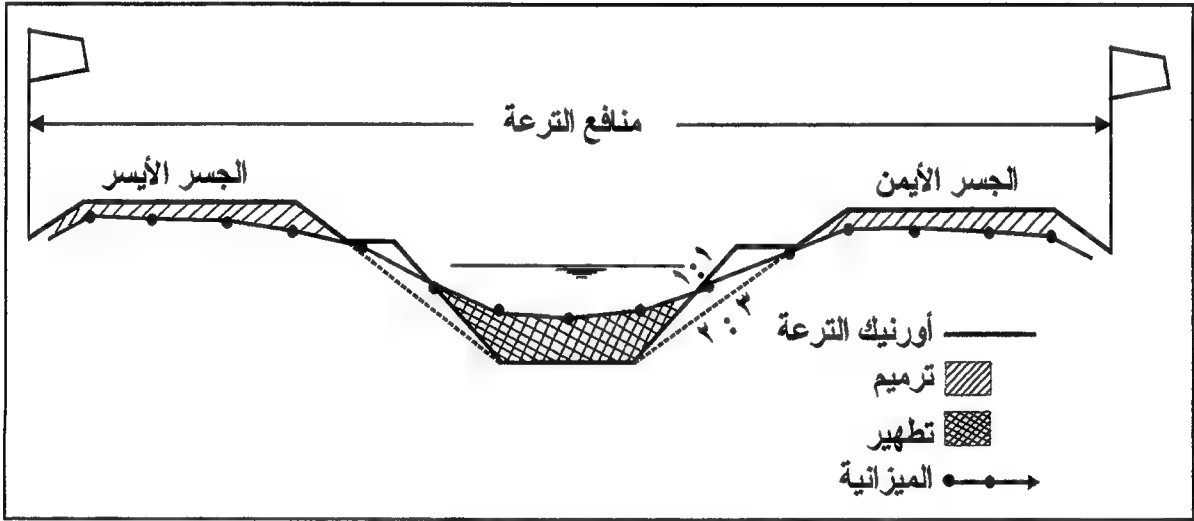
يتم عمل قطاعات على المجرى بدءا من روبير أو رخامة ويكون القطاع الأول بطول ١٠٠ متر ويعمل القطاع عند الكيلو ٠,٠٥٠ (خلف الفم) ، ثم تكرر القطاعات كل ٢٠٠ متر وقد يحتاج الأمر إلى عمل قطاعات جزئية بأى طول حسب الطبيعة ويحدد آخر قطاع ويتم التأكد من صحة الميزانية بالربط على روبير أو رخامة وتسمى هذه الميزانية إبتدائية .



شكل رقم (٥ - ٢٥) شكل يوضح خطوات عمل الميزانية

يراعى خلال عمل الميزانية أن يبدأ القطاع من حدايد البر الأيسر وينتهى بحدايد البر الأيمن مع توضيح مناسيب وعروض الجسور والمساطيح فى كل بر وإيضاح تفاصيل الميول والقطاع . مع دق أوتاد خشبية فى مواقع القطاعات ويعمل حوله حلقة تحفر فى أتربة الجسر ويؤخذ منسوب الوتد .

- يراعى أيضا خلال عمل الميزانية عمل جسات أسفل الكبارى وأمام وخلف القناطر وذلك لتحديد الأتربة المطلوب إزالتها من تحت تلك الأعمال وشكل وحجم البيارات خلف الأعمال الصناعية .
- يراعى عمل الميزانية خلال دور القفل لملاحظة وتحديد الشكل الحقيقى للقطاعات وبدقة وفى بعض الأحيان يرى عمل الميزانية خلال دور العمالة وذلك لتحديد الفاقد فى الأعمال الصناعية بدقة ووفقا للتصرف المار لتحديد كفاءة تلك الأعمال .
- ترسم الميزانية ويوقع عليها الأورنيك لكل قطاع مأخوذا من بيانات القطاع الطولى وتحدد تبعا لذلك مكعبات التطهير والترميم وإذا إتضح عدم كفاية مكعبات التطهير لترميم الجسور (إن كانت هناك حاجة لذلك) يتم إستيفاء مكعبات الترميم من متربة بقاع المجرى أو من أتربة منقولة وذلك حسب الظروف .
- يصدر الأمر للمقاول متضمنا مكعبات التطهير والترميم ، ويحاسب على المكعب الأكبر من أيهما ويترك المقاول بروفيلات فى مواقع القطاعات الابتدائية لعمل المراجعة ولا تزال تلك البروفيلات إلا بعد المراجعة (الجشنى) .
- وبعد نهو العمل يتم عمل ميزانية ختامية لتحديد حجم ما تم نهوه من أعمال بدقة وقد يحتاج الأمر إلى إعادة التشغيل إذا إتضح أن العجز يتجاوز العجز المقرر حسب العقد .



شكل رقم (٢٦-٥) قطاع لترعة يوضح التطهير والترميم

وهناك حالات ثلاث لعملية التطهير وهى :

الحالة الأولى :

إذا كان ناتج التطهير غير كاف لإستيفاء الترميم فيتم تشوينه على طبان الطريق (بحيث لا يعوق المرور) وبعد جفافه يتم فردة على الجسر بعد إستيفاء الترميم من القاع أو أتربة منقولة .

الحالة الثانية

إذا لم تكن هناك حاجة لترميم الجسور فيمكن تشوين الناتج على الطبان لحين جفافه ثم نقله أو تشوينه خلف الجسور داخل المنافع .

الحالة الثالثة

إذا كان الناتج غير مطلوب للترميم ويعوق المرور فترفع الأتربة فور التشغيل .

أعمال التطهير للترع المبطنة

الترع المبطنة الصغيرة بتصرف أقل من ٣ م / ث

- يتم الكشف على التربة فى موسم الجفاف السابق للصيانة ويشمل الكشف تحديد حجم الأتربة وأماكن التسرب .
- يتم تطهير الترعى فى فترة الجفاف يدويا وتتم الصيانة فى الجفاف التالى .
- تزال البلاطات المنهارة وتعالج البلاطات التى بها شروخ بالمواد البيتومينية وكذلك تملأ الفواصل الفارغة بالبيتومين المطاطى وإذا كانت السدة لا تسمح بذلك يتم إستخدام خرسانة الرش كتبطين فوق التبطين الحالى وبسمك لا يزيد عن ٥ سم أو الخرسانة البيتومينية بالرش أيضا .

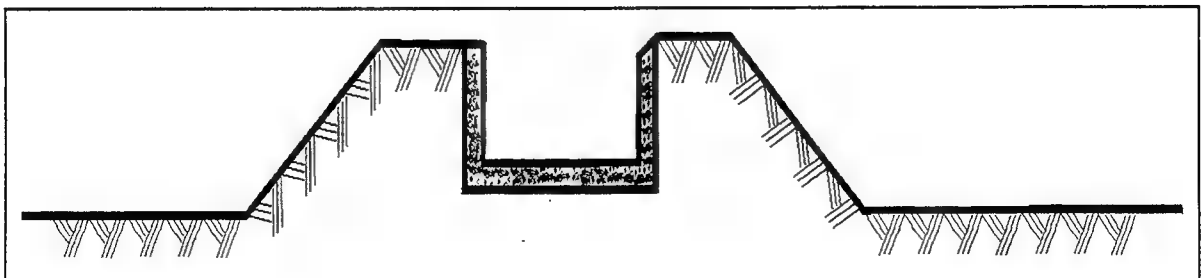
الترع المبطنة الكبيرة بتصرف أكبر من ٣ م / ث

- تجرى الميزانية على التربة لتحديد حجم التطهير والتى تتم فى فترة السدة يدويا أو تتم قبل فترة أقصى الإحتياجات بواسطة شفاط خاص للترعى المبطنة وخلال فترة الجفاف - ويتم تحديد البلاطات المطلوب تغييرها وكذا الفواصل المطلوب علاجها .
- وفى السدة التالية إذا كانت الفترة قصيرة يتم تغيير البلاطات المنهارة ببلاطات من خرسانة سابقة الصب أما إذا كانت الفترة تسمح يتم 'إستبدال البلاطات المنهارة ببلاطات مصبوبة فى موقعها وبالنسبة للفواصل يتم علاجها بطريقة مماثلة كما تم إيضاحه فى الترعى الصغيرة .

أعمال التطهير للمساقي المرفوعة

المساقي المرفوعة

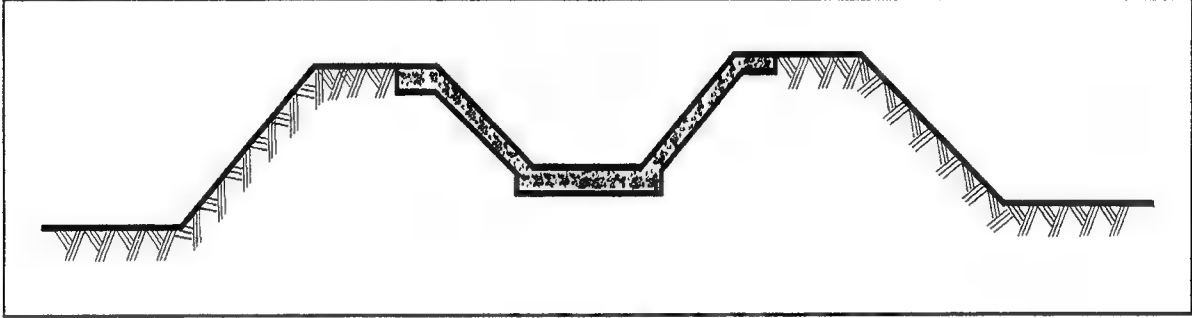
- يتم الكشف على المسقة وتحديد أماكن التسرب والأتربة .
- يتم تطهير الأتربة وإزالة الحشائش .
- يتم إستبدال الخرسانات المتآكلة بأجزاء أخرى سليمة ، كذلك تملأ الفواصل بالمونة . للأماكن المستبدلة . كذلك يتم الكشف على باقى الفواصل و تملأ بالمونة .
- يعاد ردم المواقع التى تسربت منها المياه ويتم الردم عليها ودكها .



شكل رقم (٢٧-٥) المساقي المبطنة المرفوعة

المساقى المبطنة بالخرسانة والمرفوعة

- يتم الكشف على المسقى وإزالة الأتربة والحشائش .
- تعالج الخرسانات المنهارة ويعاد صبها .
- تعالج بلاطات التبطين التى بها شقوق بمواد بيتومينية .
- تعالج الفواصل بملئها بمادة البيتوبين المطاطى (مثل البولى سلفايد أو ما يماثله) .



شكل رقم (٢٨-٥) المساقى المبطنة بالخرسانة والمرفوعة

المساقى المواسير

- يتم الكشف عن الصمامات وأماكن التسرب من المواسير .
- يتم إستبدال أية صمامات تالفة كذلك المواسير فى الأماكن المتسربة .
- يتم إزالة الأتربة المتسربة فى المواسير بإستخدام طريقة الغسيل وذلك بفتح محبس نهاية المواسير ثم ضغط المياه بها فيتم غسيل الخط وإزالة الأتربة ويعاد غلق المحبس .

عموميات

- ١ - يلزم توفير ثلاث من الألبومات لكل ترعة ، النسخة الأولى تحفظ فى هندسة المركز والثانية بتفتيش الإقليم والثالثة بالإدارة العامة للرى ، وتوضح على القطاع الطولى للترعة أية تعديلات على الأرنيك سواء لتغيير الزمام أو التركيب المحصولى وتوضح التعديلات بألوان مختلفة على القطاع الطولى .
- ٢ - يراعى من ضمن أعمال الصيانة إعادة تركيب العلامات الكيلومترية على الترع .
- ٣ - يراعى أيضا إعادة تركيب حدايد نزع الملكية .
- ٤ - فى حالة ترميم الجسور يلزم ألا تزيد سمك طبقة الترميم عن ٢٥ سم بعد الدمك والترميم يتم على طبقات .
- ٥ - إذا إستدعى الأمر أخذ متارب من قاع المجرى فينبغى ألا تزيد عمق المتربة عن ٣٠ سم .
- ٦ - ستكون الأتربة المستخدمة للترميم خالية من الحشائش والأعشاب أو الأحجار أو المواد العضوية ومتجانسة بقدر الإمكان .
- ٧ - يتم إزالة ما يعترض أورنيك التشغيل سواء كانت أشجار أو نخيل أو مبانى طوب أو خرسانة عادية أو مسلحة أو دبش أو تشوينات أو قواعد خرسانية أو طبقات جيرية أو صخرية أو زلطية أو خلافة .
- ٨ - يراعى وضع علامات على قناطر الأفمام والكبارى توضح منسوب أقصى الإحتياجات لعدم تجاوزه .

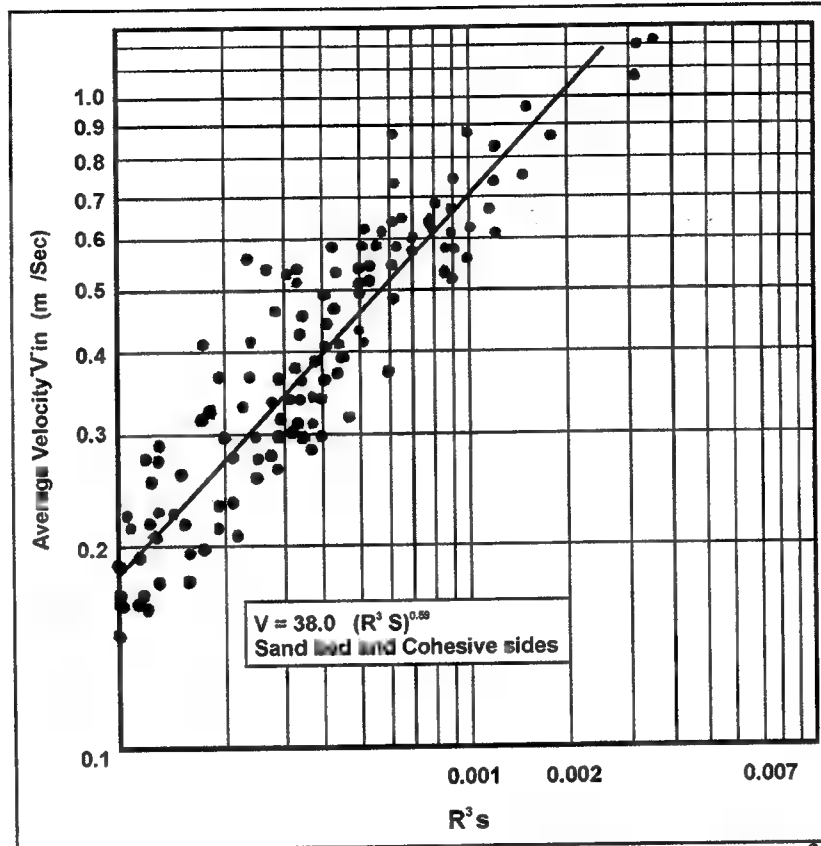


Fig. (5-29) Variation of average velocity V with $R^3 S$

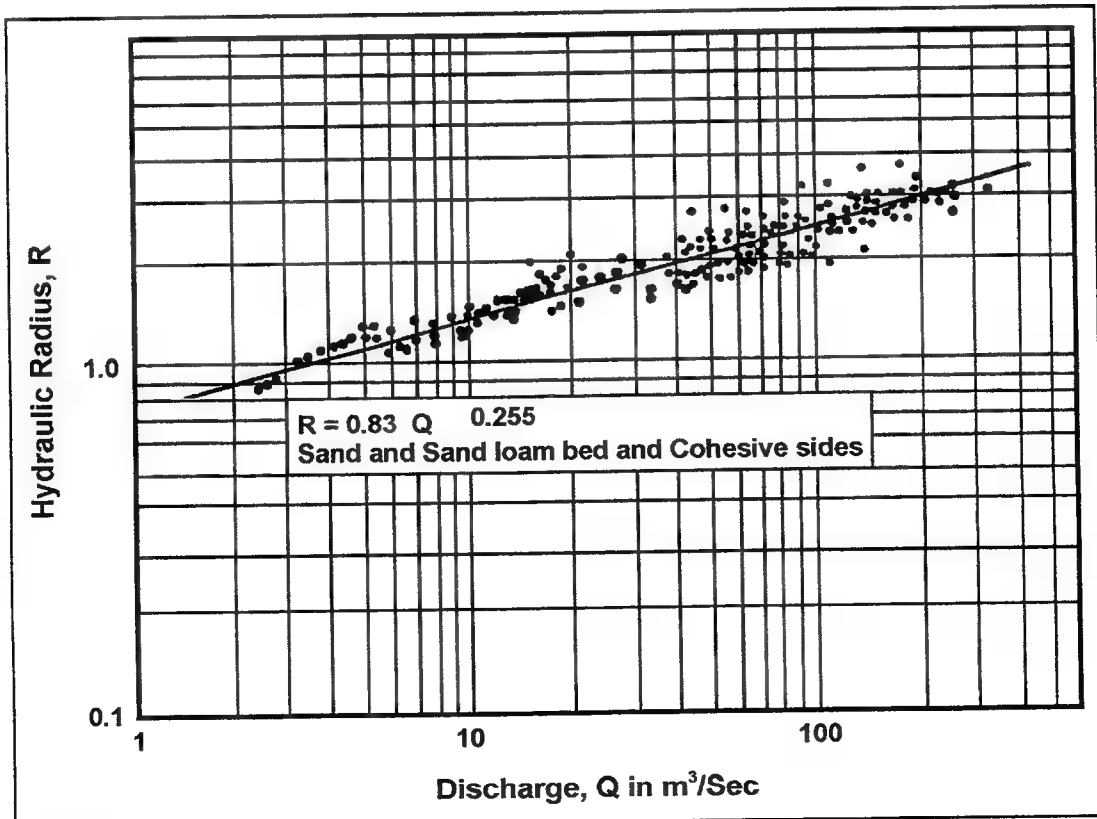


Fig. (5-30) Variation of Hydraulic Radius R with Discharge Q

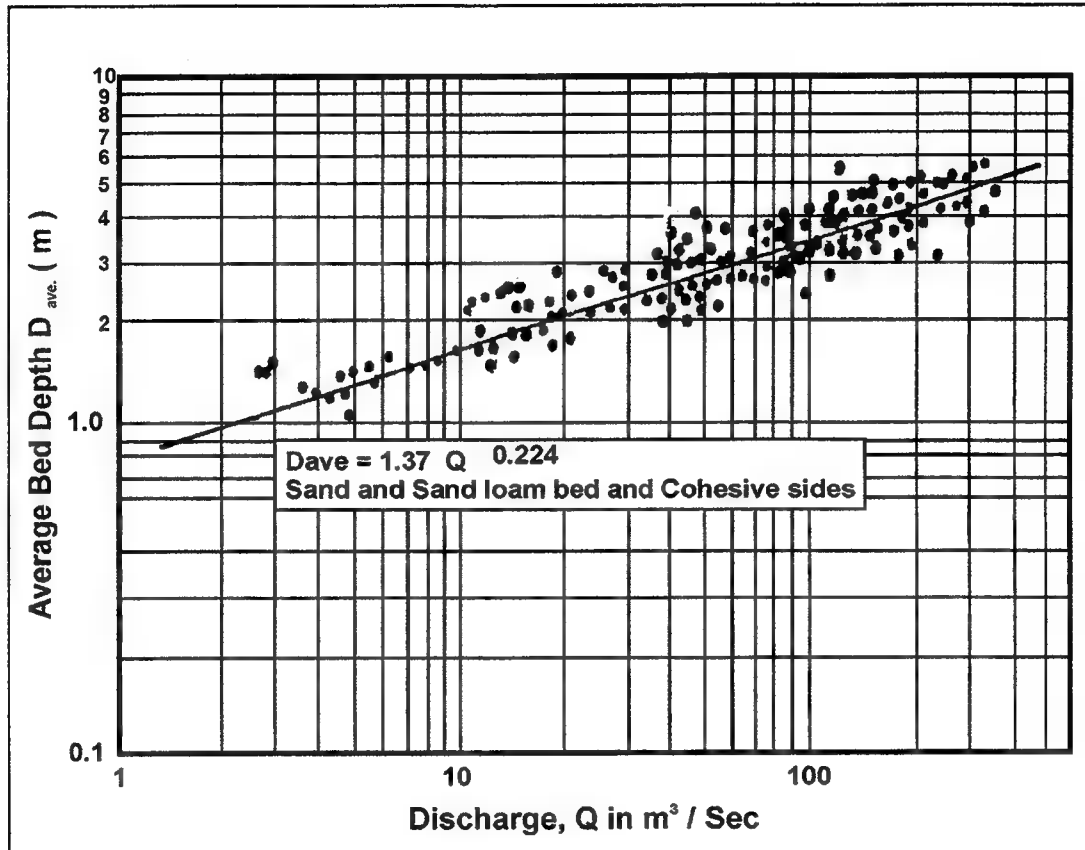


Fig. (5-31) Variation between average bed depth D_{ave} and Discharge Q

٢-٢-٥ أعمال نزع الحشائش وإزالتها

مقدمة :

لم تشكل الحشائش مشكلة خطيرة قبل إنشاء السد العالى ، ولكنها ظهرت كمشكلة بعد إنشائه وقد يرجع ذلك إلى :

- أن حجز الطمي أمام السد العالى وخروج المياه رائقة قد ساعد على تغلغل أشعة الشمس فى المياه وبالتالي سرعة نمو الحشائش الغاطسة وهى التى تسبب أكبر المشاكل .

- كانت نسبة كبيرة من التطهيرات قبل السد العالى تتم باليد لتوفر الأيدى العاملة ولكن بعد إنشاء السد وتناقص العمالة اليدوية لأسباب عديدة ، فقد أدى ذلك إلى الإعتماد بالكامل تقريبا على المعدات الميكانيكية فى أعمال التطهيرات ، ولم يتم العمل بالدقة المطلوبة الأمر الذى أدى إلى توسيع قطاعات الترعى بالزيادة عن الأورنيك المطلوب وبالتالي تناقص سرعة المياه الذى أدى إلى سرعة نمو الحشائش .

ويستلزم الأمر إعطاء أعمال نزع الحشائش الأهمية الكاملة للقضاء على السلبيات الناتجة عن نمو الحشائش وهى :

- زيادة فقد المياه بالتبخر وذلك فى حالة الحشائش العائمة حيث أوضحت الدراسات بأن الفقد من مسطحات مغطاه بالحشائش العائمة يبلغ ضعف الفقد من المسطحات المائية العادية .

- زيادة معامل الخشونة فى الترعى وبالتالي زيادة الإنحدار فترتفع المياه فى الأحباس الأولى من الترع وتخفض فى النهاية أو قد لا تصل للنهاية بما يؤدى إلى إرباك عملية توزيع المياه .

- تشكل الحشائش بيئة غير مرغوب فيها لنمو الآفات والحشرات المسببة للأمراض مثل الملاريا والبلهارسيا .

- قد يؤدى تراكم الحشائش عند الأعمال الصناعية إلى إنبهارها - كما يؤدى أيضا إلى التقليل من كفاءتها

- تعوق الحشائش الوحدات العائمة فى الترعى الملاحية .

- تمنع وصول الأكسجين إلى الماء بما يؤدى إلى الإضرار بالثروة السمكية لكل هذه الأسباب يستلزم الأمر إعطاء عملية نزع الحشائش أهمية قصوى .

تعريفات

حشائش عائمة

وهي حشائش لا تصل جذورها لقاع المجرى وأهمها ورد النيل .

حشائش غاطسة

ومعظمها تتصل جذورها بالقاع وأهمها ديل الفرس ونخشوش الحوت .

حشائش شبه مغمورة

مثل النسيطة والبردى والغاب والبوص .

حشائش جرفية

وهي تنمو على ميول المجرى .

مقاومة يدوية

ويتم إزالة الحشائش يدويا باستخدام المحشّة والمنجلة .

مقاومة ميكانيكية

وتتم إزالة الحشائش ميكانيكيا إما باستخدام الحفارات أو قوارب قص الحشائش أو الحصادات أو الجرارات .

مقاومة بيولوجية

وتتم باستخدام الأسماك آكلة الحشائش وأهمها سمك المبروك .

صاولة

هي مانع يقام فى نهاية المسافات المملوءة بالحشائش لمنع تسربها للمسافات السليمة .

المعدات المستخدمة

المقاومة اليدوية

- وتستخدم فيها المعدات اليدوية كالمحشّة والمنجلة ، ويفضل إستخدام هذه الطريقة فى الترع التى لا يزيد عرض القاع عن ٢ متر وتخضع للمناوبات .

المقاومة الميكانيكية

- وتستخدم فيها المعدات الميكانيكية سواء قوارب قص الحشائش أو الحفارات أو جريد بسكينة مائلة أو الكراكات العائمة أو الحصادات أو الجرارات كما يلى :

قوارب قص الحشائش

- تستخدم لقص الحشائش الغاطسة وبعض أنواع الحشائش الجرفية .

- تستخدم المقصات ذات الحركة الترددية فى عملية القص .
- تعمل هذه المعدات فى الترع بعرض قاع ٣ متر فأكثر ولا تخضع للمناوبات كما أن عمق المياه بها يناسب غاطس الوحدات وتبلغ إنتاجية الوحدة ٥٠٠ م فى الترع التى يزيد عرض قاعها عن ١٠ متر .

الحفارات

- حفارات ٦٠ حصان تستخدم لإزالة الحشائش فى البرين لترع بعرض قاع ٢ متر أو من بر واحد لترع بعرض قاع ٢ - ٥ متر .
- حفارات ٩٠ حصان وذراع بطول من ١٠ - ١٢ متر وتستخدم لإزالة الحشائش من ترع بعرض قاع من ٢ - ٣ متر من بر واحد أو من البرين لترع بعرض قاع من ٥ - ١٠ متر .
- حفارات ١٢٠ حصان وذراع بطول ١٢ - ١٦ متر وتستخدم لإزالة الحشائش من ترع بعرض قاع من ٥ - ٨ متر من بر واحد أو لترع بعرض قاع من ٨ - ١٠ متر من البرين .

الحصادات

- تستخدم لإزالة ونقل الحشائش العائمة وأغلب إنتاجيتها فى مجرى النيل وهى بثلاثة أحجام (حسب السعة) ١٥ م^٣ ، ٢٥ م^٣ ، ٤٥ م^٣ - وتقوم برفع الحشائش من المجرى باستخدام سيور ناقلة وبعدها يتم فرم الحشائش أو ضغطها أو نقلها إلى خارج المجرى .

الجرارات :

- وتستخدم جرارات بعجل كاوتش بقدرة حوالى ٨٠ حصان ، ويتم إستخدام جرارين لجر سلك مزود بخطاطيف ، ويسير الجراران متوازيان فى إتجاه المياه لحش الحشائش من جذورها ، ولكن يستلزم الأمر عدم وجود أشجار فى طريق الجرارين .

الكراكات العائمة

- وتستخدم لإزالة الحشائش العائمة من مجرى النيل .

جريد بسكينة مائلة

- ويستخدم لإزالة الحشائش الجرفية

المقاومة البيولوجية

- وتتم هذه الطريقة بإستخدام الأسماك آكلة الحشائش ، ولا تستخدم هذه الطريقة فى الترع التى تخضع للمناوبات ، ويتم إنتاج الأسماك فى مفرخات (أصبعية) ثم تنقل إلى الترع فى أوائل فصل الربيع - حيث تكون الحشائش فى أول نموها ، ولا تؤدى تلك الطريقة لأى نتائج إيجابية فى حالة إلقاء الأسماك بعد تكاثف الحشائش ويلزم توفر الشروط التالية - بالإضافة إلى الشرط المذكور سابقا :

- لا تخضع التربة للمناوبات .
- لا يقل عمق المياه فى التربة عن ١ متر .
- خلو مياه التربة من الملوثات .

وباعتبار أن متوسط وزن السمكة المناسبة لأعمال مقاومة الحشائش هو ٢٥ جم (وتسمى السمكة إصبعية) فإن المعدل المطلوب إلقاؤه للفدان (مسطح مائي) هو من ٤٢ كجم إلى ٥٠,٤٠ كجم أى من ١٦٨٠ سمكة إلى ٢٠٢٠ سمكة لكل فدان مسطح مائي .

خطة المقاومة

- يبدأ موسم زيادة وسرعة نمو الحشائش فى أوائل فصل الربيع أى فى أوائل شهر مارس نتيجة إرتفاع درجات الحرارة بما يساعد على سرعة نمو الحشائش ، ويتزامن هذا الموسم مع موسم زراعة القطن لذلك يلزم أن تكون الترع نظيفة وخالية من الحشائش التى تعوق سريان المياه حتى لا تحدث إختناقات قد تؤدى إلى التأخير فى زراعة القطن ، كما يجب أن تستمر أعمال نقاوة الحشائش والصيانة حتى شهرى يونيو ويوليو وهما شهرى أقصى الإحتياجات بما يستلزم ضرورة نظافة الترع خلال هذين الشهرين لإستيعاب أقصى الإحتياجات ويلزم تجهيز خطة مقاومة الحشائش بحيث تكون الترع نظيفة تماما فى أوائل شهر مارس وتجهز الخطة سواء على مستوى الهندسة أو التفتيش أو الإدارة العامة على هذا الأساس كما يلزم التنسيق بين الإدارات العامة لنظافة الترع الرئيسية التى تخدم أكثر من إدارة عامة ، وتستمر أعمال النقاوة والنظافة والصيانة خلال الفترة من مارس حتى شهرى يونيو ويوليو وتجهز الخطة على أساس ما يلى :
- ترع تخضع للمناوبات وبعرض قاع حتى ٢ متر ، وتتم إزالة الحشائش بها يدويا وإذا لم يتيسر ذلك تزال الحشائش ميكانيكيا .
- ترع تخضع للمناوبات وبعرض قاع أكبر من ٢ متر حتى ٥ متر تتم إزالة الحشائش بها ميكانيكيا بالحفارات .
- ترع لا تخضع للمناوبات وبعرض قاع أكبر من ٥ متر ، تتم إزالة الحشائش الغاطسة بها بقوارب قص الحشائش والحشائش العائمة بالحصادات .
- إذا تكاثرت الحشائش الغاطسة بالترع المذكورة فى أوائل شهر مارس يتم إزالتها بإستخدام الجرارات والسلك (بشرط عدم وجود أشجار فى طريق الجرارات) وذلك لسرعة هذه الطريقة وجدواها .
- إذا كانت الترع المذكورة غير كثيفة الحشائش فيتم إلقاء أسماك أكلة الحشائش بها بعد السدة وإلا تزال الحشائش منها ثم تلقى الأسماك بها نظرا لعدم جدوى الأسماك فى الترع متى تكاثفت الحشائش بها .
- وبالنسبة للترع التى لا تخضع للسدة الشتوية مثل الإسماعيلية - المحمودية - بور سعيد - السويس فيفضل إستخدام أسماك المبروك فيها لأعمال المقاومة .
- وبالنسبة للترع الرئيسية لأكثر من إدارة عامة وإذا إتضح عدم جدوى الجرارات والسلك لأعمال المقاومة وخاصة فى أوائل شهر مارس فيفضل قفل التربة لمدة تتراوح بين ٢٤ - ٧٢ ساعة وخلال الفترة المذكورة يتم إزالة الحشائش يدويا (متى توفرت العمالة الكافية) .

عموميات

- ١ - يلزم عمل صاومات فى نهاية المسافات المملوءة بالحشائش لمنع تسربها إلى المسافات السليمة وخصوصا أثناء فترة العمل فى إزالة الحشائش .
- ٢ - يلزم توفير حفارات أمام الأعمال الصناعية خلال فترة الإزالة وذلك لرفع الحشائش المتسربة أولا بأول ومنع تراكمها أمام الأعمال الصناعية حتى لا تؤدي إلى تقليل كفاءة العمل أو إنهياره .
- ٣ - يلزم حرق حشائش ورد النيل بعد إزالتها ورفعها إلى المساطيح وجفافها حتى لا تؤدي إلى تجدد الإصابة .
- ٤ - بعد إتمام نظافة الترعر من الحشائش تبدأ أعمال النقاوة والصيانة كما يلي :

(١) بالنسبة للترعر حتى عرض قاع ٢ متر تنزع الحشائش وتزال سواء غاطسة أو عائمة بالعمالة اليدوية بحيث يخصص لكل مسافة معينة عامل يتولى نظافتها بإستخدام شوكة .

(٢) بالنسبة للترعر من عرض قاع ٢ متر إلى ٥ متر يتولى النظافة عمالة يدوية حسب المبين فى الفقرة السابقة ولكن لكل بر ومسافة معينة عامل .

(٣) وبالنسبة للترعر ذات التصريف المستمر وعرض قاع أكبر من ٥ متر تقوم بمهام الصيانة قوارب قص الحشائش وأسماك المبروك .

٣.٢.٥ أعمال ردم البيارات وتكاسى الميول

أعمال ردم البيارات

يتعرض المجرى المائى خلف القناطر لنحر بالقاع وتهاليل الميول نتيجة للمياه المتدفقة من العيون وتتكون فجوة فى قاع المجرى وقد تمتد إلى الميول وذلك فى الخلف وتتزايد فى الحجم والعمق وتتحرك مقتربة من الفرش ، وما لم توقف حركة البيارة وإقترابها من الفرش ، فإن ذلك يؤدي إلى إنهيار الفرش ويلي إنهيار الفرش إنهيار القنطرة .

تعريفات

الخط الحرج

هو خط يبدأ من نهاية فرش القنطرة وبميل ١ / ٥ ويلزم معالجة البيارة إذا تجاوزت هذا الخط .

الفلتر

زلط متدرج معبأ فى أجولة من الخيش وتكون الأجولة طبقة بسمك ٥٠ سم ولا يزيد عن ١ / ٥ ارتفاع البيارة ويرص الفلتر على قاع البيارة بواسطة غطاسين .

دبش

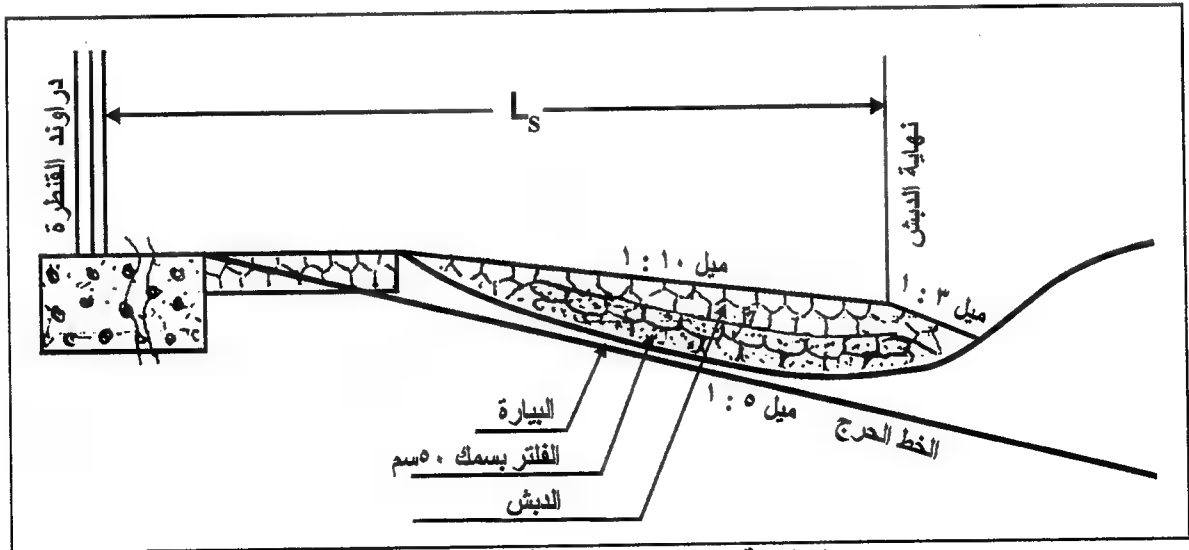
أحجار من محاجر معتمدة وذات مواصفات خاصة من ناحية قابلية الإمتصاص للمياه والوزن النوعي للأحجار ووزن وأبعاد القطعة الواحدة وكذا الخلو من التسويس والعروق الطفلية والمواد العضوية الغريبة.

جهاز جس صوتي

جهاز لتحديد الأعماق بما يمكن من رسم شكل البيارة في حالة الأعماق الكبيرة .

طريقة علاج البيارة

- يتم تحديد ورسم شكل البيارة إما بإستخدام الميزان والقامة والجس وعمل قطاعات طولية وعرضية وذلك في فترة السدة الشتوية ، وأما في حالات الترع التي لاتخضع للسدة الشتوية (الإسماعيلية - المحمودية) فيتم عمل القطاعات بإستخدام الجس الصوتي .
- بعد تحديد شكل البيارة يتم تحديد أعمال الحماية المطلوبة حسب الأورنيك الموضح .
- يراعى أن يكون الزلط المستخدم في الفلتر متدرجا وحتى مقاس ١٠ سم ومعياً في أجولة سليمة من الخيش .
- أما الدبش فيكون من محاجر معتمدة وأن تقل قابلية الإمتصاص عن ٧٪ والوزن النوعي لا يقل عن ١,٧ طن / م^٣ ولا يقل وزن القطعة الواحدة عن ٥٠ كجم وبعد القطعة عن ٣٠ سم ويكون الدبش خالياً من التسويس والبقع والعروق الطفلية والمواد العضوية الغريبة .
- يتم رص الأجولة المملوءة بالزلط (الفلتر) على قاع البيارة بواسطة الغطاسين حسب الأورنيك المقرر .
- بعد نهو رص الفلتر يتم رمي الأحجار مباشرة لإستكمال الأورنيك المقرر .
- في السدة الشتوية التالية يراعى عمل قطاعات للتأكد من ثبات الأحجار وإلا تستكمل حسب الأورنيك .



شكل رقم (٣٢-٥) طريقة علاج البيارة

$$L_s = 18 \times C \times \sqrt{\frac{H}{13} \times \frac{q}{75}}$$

$$C = 18$$

$$H = \text{max. head}$$

$$q = \frac{Q}{L} \text{ where } L = 4.75Q^{\frac{1}{2}}$$

وتؤخذ L_s حسب المعادلة أو حسب طول البياره أيهما أطول

طريقة الحساب

- يتم قياس الدبش من الرصات بحيث تكون مواقع الرصات مستوية تماما ويتم قياس الرصات بواسطة المهندس .
- أما الزلط فيحدد حجمه من الرصات ثم يعبأ فى أجولة تحت ملاحظة المهندس وترمى الأجولة تحت إشرافه .
- بعد رص أجولة الفلتر تعمل ميزانية للتأكد من الرص حسب الأورنيك .
- بعد رص الدبش تعمل ميزانية أخرى لتحديد حجم الدبش ومراجعتة بالنسبة لحجم الرصات .

أعمال تكاسى الميول

تتعرض ميول الترع لإنهيارات وتآكل الميول لأسباب متعددة ، فتتعرض مسافات خلف الأعمال الصناعية للتآكل نتيجة لسرعة المياه المندفعة من العمل الصناعى ، وكذا المسافات المواجهة للكتل السكنية فإنها معرضة للتآكل نتيجة لسلوكيات الأهالى ، وكذا المسافات خارج منحنيات المجرى ، كما تتعرض الميول للتآكل فى حالة مرور المجرى فى تربة غير متماسكة وكذلك إذا جاورت التربة مصرفا فهناك إحتمال لإكتشاف خط الرشح بما يستدعى تغطية الميل المجاور للمصرف ، لكل هذه الأسباب يلزم تغطية مواقع التآكل وإعادةتها للشكل الأصلى .

تعريفات

دبش

هى أحجار موزدة من محاجر معتمدة وذات مواصفات خاصة تناسب أعمال التكاسى .

تكاسى دبش على الناشف

مبانى من الدبش بدون مونة.

تكاسى دبش بالمونة

مبانى من الدبش بالمونة ويشترط أن تحاط الأحجار بالكامل بالمونة .

تحطيب الأحجار

إستبدال الأحجار وإزالة الأجزاء الزائدة وذلك حتى يمكن تشغيلها على أحسن وجه .

القدمة السفلى

تعتبر أساس التغطية فى قاع الترعة

القدمة العليا

نهاية التغطية من أعلى

كحلة بارزة

هى سد جميع عراميس الدبش فى الواجهات بمونة غنية بالأسمنت لمنع وصول المياه إلى داخل المبانى وكذا لإعطائها شكلا هندسيا مناسباً وقد تكون بسمك يتراوح من ١ - ١,٥ سم .

كحلة غاطسة

تكون بسمك حوالى ٠,٥ سم .

مقاس هندسى

حساب مكعب الدبش من الطبيعة أى طول × عرض × سمك - وعادة يكون سمك مبانى الدبش ٥٠ سم .

مقاس من الرصات

حساب مكعبات الدبش من الرصات ويستخدم عادة فى حالة رمى الدبش فى بيارات

جابيونات

عمل تغطيات عبارة عن شبكة من البولى إيثيلين ذات أبعاد ومواصفات خاصة ومحشوة بكسر أحجار متدرج ثم تفرد الشبكة على ميول الترعة باستخدام ونش ومركب خاص وتستخدم لتغطية الترعة التى لا تخضع للسدة الشتوية .

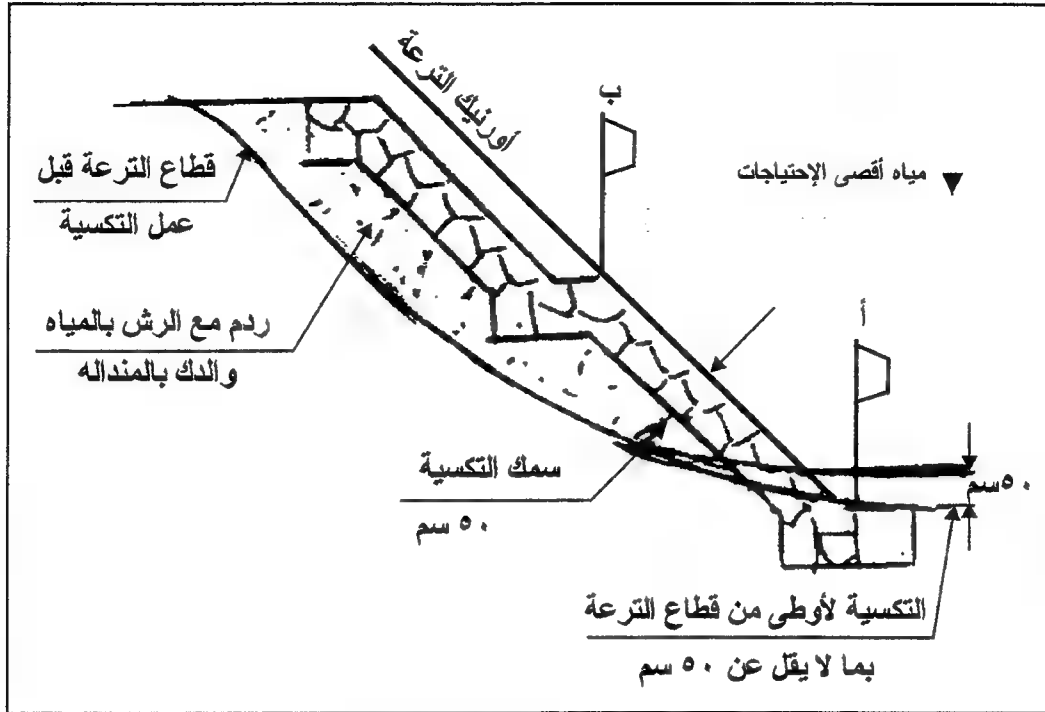
طريقة بناء الدبش

- تعمل قطاعات فى المواقع المحتاجة لعمل تغطيات مع ربط القطاع بالحديد .
- يوقع على القطاع أورنيك الترعة .
- يحفر موقع القدمة ويستحسن أن يكون منسوب أعلى القدمة السفلية أوطى من منسوب القاع التصميمى بمقدار ٥٠ سم .
- يكون عرض القدمة كما يلى (إذا كان عرض القدمة الصافى ٠,٥٠ متر)

ميل التغطية ١ : ١ - ٢ : ٣ - ١ : ٢

عرض القدمة ١,٢ متر - ١,٤ متر - ١,٦ متر

أما إذا رأى زيادة عرض القدمة الصافى إلى ١ متر تزداد الأطوال المذكورة بمقدار ٥٠ سم



شكل رقم (٣٣-٥) طريقة بناء التكسية

- يكون ميل التكسية كما يلى :
 ١ : ١ فى الأراضى الطينية المتماسكة
 ٢ : ٣ فى الأراضى الصفراء
 ١ : ٢ فى الأراضى الرملية
- يكون سمك التكسية ٥٠ سم .
- أما ارتفاع القدمة العليا H عن مياه أقصى الاحتياجات فيكون كما يلى (باعتبار أن منسوب القدمة العليا هو منسوب الجسر) :

إرتفاع القدمة عن منسوب مياه أقصى الاحتياجات	عرض القاع
٠,٥٠ متر	من ١ - ٣ متر
٠,٧٥ متر	من ٤ - ٥ متر
١,٠٠ متر	من ٦ - ٧ متر
١,٢٥ متر	من ٨ - ٩ متر
١,٥٠ متر	من ١٠ - ١٥ متر
١,٧٥ متر	من ١٦ - ١٩ متر
٢,٠٠ متر	٢٠ متر أو أكبر

- قبل بناء التكسية يتم الردم خلفها على طبقات بسمك ٢٥ سم بعد الرش بالمياه والدك بالمنداله .

- يلى ذلك تثبيت شاخص فى الموقع أ (نهاية القدمة وبداية الميل) وشاخص آخر عند النقطة ب (نهاية الميل) ويشد حبل بين النقطتين محددا التكرسية وتؤرنك الميول .
- يبدأ البناء ويراعى فى حالة مباني الدبش بالمونة ضرورة ملء الفجوات بالمونة ولا يوضع حجر فوق الحجر قبل تغطية الحجر السفلى بكامله بالمونة . كما يراعى صب المياه على المونة لتمام إمتلاء الفراغات وبعد نهو المباني يراعى رشها بالمياه لمدة أسبوع .
- تكون مونة المباني بنسبة ٣٠٠ كجم أسمنت لكل ١ م^٢ رمل . أما مونة الكحلة فتكون بنسبة ٧٠٠ كجم أسمنت لكل ١ م^٢ رمل .
- يبلغ معدل المونة ٠,٣٣ م^٢ لكل ١ م^٢ مباني دبش . أما معدل مونة الكحلة فهو ٠,٠١ م^٢ لكل ١ م^٢ من المباني .
- ضمانا للتأكد من إستخدام الكمية المقررة من الأسمنت وعدم التلاعب وترك فراغات ، يراعى عد شكاير الأسمنت المستخدمة ومراجعتها أولا بأول بالنسبة لمكعب الدبش الذى تم بناءه أو الكحلة ، وبفرض أن مكعب ما تم بناءه هو س م^٣

∴ عدد الشكاير الواجب إستخدامها = س × ٠,٣٣ × ٦

باعتبار أن عدد شكاير الأسمنت لكل ١ م^٢ هي ٦ شكاير (أى بنسبة ٣٠٠ كجم / م^٢) .
وبالنسبة للأسمنت المستخدم للكحلة وبفرض أن مسطح المباني هو (ص) م^٢

$$\therefore \text{عدد الشكاير الواجب إستخدامها} = \text{ص} \times \frac{1}{100} \times 14$$

باعتبار أن عدد شكاير الأسمنت لكل ١ م^٢ مونة للكحلة هو ١٤ شيكارة .

- أما بالنسبة للترع التى لا تخضع للسدة الشتوية فإن الإنهيارات يتم علاجها بإستخدام طريقة الجابيونات ، وتنفذ الجابيونات بشبكة من مادة البولى إيثيلين ذات مواصفات معينة . تتكون الجابيونات من خلايا بأبعاد ١ × ١ × ٠,٢٥ متر ومقفلة من جميع الجهات ومحشوة بكسر أحجار أو زلط متدرج من ١٠ - ١٥ سم ولا يزيد قطر أكبرها عن ٢٥ سم ، وترتكز الجابيونات على قدمة سفلية مكونة من شبكة من نفس مادة جابيونات الميول ولكن القدمة بسمك ٥٠ سم وعرض ١,١ متر - ويتم إنزال وتركيب الجابيونات بواسطة ونش ومركب .
- يمكن تنفيذ أعمال التكريسات على ترع التفريع الثانى خلال المناوبات الشتوية . أما بالنسبة لترع التفريع الأول والترع الرئيسية فيمكن أن تنفذ التكريسات خلال السدة الشتوية . أما بالنسبة للترع التى لا تخضع للسدة الشتوية تنفذ فيها التكريسات بطريقة الجابيونات .

عموميات

- يلزم معالجة البيارة فورا دون تأجيل إذا تجاوزت الخط الحرج أو كانت تتحرك مقتربة من الفرش . أما إذا كانت البيارة ثابتة فيمكن تأجيل إجراءات العلاج.

- يلزم عمل ميزانية لكل بيارة خلال السدة الشتوية لتقرير العلاج إما فى السدة الشتوية التالية أو فوراً حسب الحالة .
- يلزم إستخدام مبانى الدبش بالمونة فى المواقع خلف الأعمال الصناعية وكذا المسافات المجاورة للمصارف (لضمان تغطية خط الرش) وكذلك الميول المعرضة لضغوط جانبية أى ميول الطرق والسكك الحديدية ، أما التكاى غير المعرضة لضغوط جانبية فيفضل إنشائها على الناشف مع الكحلة .
- لا يستحسن عمل مبانى دبش بالمونة إذا كان خلفها ردم بسمك كبير لإحتمال هبوط وإنكماش الردم وظهور شروخ فى المبانى وتسرب المياه إليها ثم إنهيارها بعد ذلك ولكن يفضل إنشائها بالدبش على الناشف مع الكحلة .
- يفضل ألا يزيد إرتفاع مبانى الدبش عن ٣ متر فإذا زادت عن ذلك يفضل عمل مسطاح ثم تكمل المبانى بعد ذلك .

٤-٢-٥ أعمال إزالة المعوقات

مقدمة

يتم حساب قطاعات الترع وتحديد كفاءة الأعمال الصناعية عليها تبعاً للتصرف خلال فترتى أقصى وأقل الاحتياجات وأخذاً فى الاعتبار طبيعة المجرى والتي يعبر عنها بمعامل الإحتكاك ، وتحدد مناسب الفتحات المغذية تبعاً لمناسيب المياه المقابلة لتصرف أقل الاحتياجات بحيث يكون الضاغط على الفتحات ٢٥ سم ، أما مناسب المياه المقابلة لتصرف أقصى الاحتياجات فتحدد مناسب المساطيح والجسور وخصوص الأعمال الصناعية وكذا كفاءة تلك الأعمال بما يسمح بإمرار تصرف أقصى الاحتياجات فى حدود الفاقد المقرر (Heading Up) .

ومن الضرورى الإلتزام بمناسيب المياه ، إذ لو تغير إنحدار المياه لأى سبب لأدى ذلك لإختلاف الضاغط على الفتحات فإن زاد منسوب المياه حصلت الفتحة على حصة أكبر من المقرر وإذا نقص حصلت على حصة أقل من المقرر ويؤدى ذلك إلى إرباك الري .

وتشكل العوائق فى المجرى المائى جانبا كبيرا من أسباب إختلال الإنحدار التصميمى ، وهذه العوائق بخلاف العوائق الموسمية كالحشائش أو الإطماء .

تعريفات

فاقد (Heading up)

هو الفرق بين منسوب أمام وخلف العمل الصناعى وحيث يكون التصرف حرا (دون حجز) ويعبر عنه h .

$$h = \frac{V_A^2}{2g \cdot C^2} \left[\left(\frac{A}{a} \right)^2 - 1 \right]$$

حيث

V_A	سرعة المياه في التربة
C	معامل يحدد كما يلي :
$C = 0.72$	ترع عرض قاع أقل من ٢ متر
$C = 0.82$	ترع عرض قاع من ٢ - ٤ متر
$C = 0.92$	ترع عرض قاع أكبر من ٤ متر
A	مساحة القطاع المائي للترعة
a	مساحة القطاع المائي في العمل الصناعي

ولا ينبغي أن يزيد الفاقد عن ١٠ سم أو الفاقد المقرر حسب القطاع الطولى .

أشكال المعوقات

- ١ - تهايلات من ميول المجرى إلى القاع مكونة شبه سد يعوق سير المياه وترجع أسباب التهايلات إلى مايلي .
 - مرور المجرى بمسافة ذات طبيعة غير متماسكة ويؤدى ذلك إلى عدم تماسك الميول وعدم ثباتها .
 - تعرض الميول إلى ضغوط جانبية نتيجة لمرور أحمال ثقيلة على الجسر .
- ٢ - إطماء وترسيب تحت الكبارى وداخل الأعمال الصناعية .
- ٣ - توسيع المجرى وترك بعض الفتحات القديمة أو فروشات أعمال صناعية بمنسوب أعلى من الأورنيك الجديد أو تكاسى قديمة بدون إزالة .
- ٤ - وجود أعمال صناعية تسبب فاقد غير مسموح به .

طرق علاج المعوقات

- ١ - فى حالة التهايلات نتيجة لمرور المجرى بطبيعة غير متماسكة فيتم إزالة الإنهيارات ثم تكسية المسافات الضعيفة فى الميول حسب الحالة .

أما إذا كانت التهايلات بسبب الضغوط الجانبية فإذا إتضح عدم كفاءة التكسية يمكن إستبدالها بستانر تدق فى المسافة بحسب الحالة .

وإذا كانت التهايلات بسبب الضغوط المائية يلزم عمل تكسية مع تجهيزها بفلتر ومواسير تخفيف أو بالجايونات مع الفلتر .
- ٢ - يزال الإطماء والترسيبات أو أى شكل من المخلفات من الأعمال الصناعية خلال السدة الشتوية .
- ٣ - وفى حالة وجود بعض المخلفات القديمة كبقايا الفتحات أو الفروشات القديمة فإذا لم يمكن إزالتها بالكامل تتم الإزالة حتى منسوب أوطى من المنسوب التصميمى بمقدار ٢٥ سم على الأقل .
- ٤ - وفى حالة الأعمال الصناعية التى تسبب فاقد يتجاوز الفاقد المقرر فإما يتم تركيب فتحات مساعدة لتقليل الفاقد وذلك توفيراً للنفقات فإذا لم تكن الفتحات المساعدة كافية يتم إزالة العمل الصناعى وإنشاء عمل جديد بحيث يكون الفاقد من ٥ - ١٠ سم إذا كان العمل الصناعى مفتوح حراً .

٥-٢-٥ أعمال الصيانة السنوية للقناطر والكبارى والفتحات

مقدمة

إن الهدف الأساسى من إنشاء القناطر هو التحكم فى مناسيب المياه أمام القنطرة لتغذية الفروع والفتحات الآخذة من الأمام وكذا التحكم فى إمرار التصريفات المناسبة - أما الأهوسة فالهدف منها التحكم فى إمرار الملاحه من الأمام إلى الخلف والعكس ، وتكفل فتحات الري إمرار التصريفات للزممام المرتب ريه عليها . ويستلزم الأمر الإهتمام بصيانة مكونات تلك الأعمال الصناعية ضمانا لقيامها بوظائفها على الوجه الأكمل - وتنقسم أعمال الصيانة إلى نوعين :

- صيانة وقائية : وهى معالجة الظواهر التى قد تؤدى إلى مشاكل مستقبلية .
- صيانة علاجية : وهى معالجة مشاكل موجودة بالعمل الصناعى .

تعريفات

المراشمة

إزالة طبقات الصدأ التى تغطى الأعمال الحديدية وذلك بهدف الوصول إلى أصل المعدن .

الرماله

آلة لقذف المعدن بالرمال لإزالة الصدأ .

الصاروخ

آلة مزودة بفرشاة معدنية لإزالة الصدأ .

الدراوند

مجرى من الحديد الزهر على شكل (لـ) ويثبت فى بغال القنطرة أو أكتافها وتتحرك فيه البوابات .

الجنزير

سلسلة من الصلب تعلق بها البوابة لتسهيل الحركة إلى أعلى وإلى أسفل وتتكون من حبات كل حبة بطول ١٠ سم .

جاويط

مسار من الصلب لربط الدراوند بالمبانى .

البنز - الطاقة والهون

وهى الأجزاء التى تتركز عليها بوابات الهويس .

جناوية الهويس

هى مجرى ببغلة أو كتف الهويس ، ويتم عن طريقها ملء أو تفريغ حوض الهويس من المياه بصفة أساسية .

خوخ البوابة

فتحات فى بوابات الهويس وتستخدم بصفة غير اساسية لملء أو تفريغ حوض الهويس .

مادة إيبوكسية

مواد تستخدم لربط الخرسانة القديمة بالجديدة (كيمابوكسى ١٠٤) وذلك على سبيل المثال « كما تستخدم أنواع منها لدهان الأجزاء المعدنية لحمايتها من الصدأ مثل (كيمابوكسى ١٣١) .

أعمال الصيانة للقناطر والأهوسة والكبارى

أعمال الصيانة للقناطر

الكشف على البوابات ومراشمتها ودهانها

يتم الكشف الدورى على البوابات ، فإذا إتضح وجود صدأ على البوابة ، يتم قفل الفتحة بأخشاب الغما وتجفيفها وبإستعمال الرماله أو الصاروخ يتم إزالة طبقة الصدأ تماما ثم تدهن البوابة بمادة الإيبوكسى ١٣١ « ويتم الدهان وجه أول ثم وجهين بعد ذلك .

الكشف على الدراوندات

إذا إتضح تآكل الدراوند بما يؤثر على حركة البوابة ، فيتم فك الدراوند ثم التأكد من سلامة الجاويط - فإذا إتضح عدم سلامة الجاويط يتم فكه ثم تركيب دراوند وجاويط جديدين .

الكشف على الجنازير

يتم الكشف على الجنازير ودهانها حسب الموضح عاليه ، وإذا إتضح عدم تساوى حبات الجنازير أو تأكلها وجب تغيير الجنزير .

الكشف على أوناش الرفع

يتم الكشف عليها وعلاج العيوب الميكانيكية بها وإجراء العمرات لمحركاتها فى حالة الأوناش الميكانيكية .

الكشف على جسم القنطرة وفرشها

يحتاج الأمر بالنسبة للقناطر القديمة وخصوصا التى إستخدم فى بنائها كمادة رابطة الجير والحمرة ، يحتاج الأمر إلى عمل جسات إختبارية فى جسم القنطرة وفرشها ودراسة المادة المكونة ومعرفة حالتها ثم إجراء تجارب من خلال هذه الأخرام لتحديد معامل نفاذية المادة المكونة وذلك تحت ضغط معين ، فإذا أوضحت التجارب زيادة معامل النفاذية عن الحدود المقررة يتم تحديد نسبة الأسمنت اللازمة للحقن وبناء على ذلك يتم حقن الأكتاف والبغال والفرش بمخلوط الماء والأسمنت تحت الضغط المناسب وطبقا لبرنامج الحقن الذى يصمم لهذا الغرض .

علاج الشروخ فى القناطر القديمة

يتم دراسة أسباب الشروخ فإذا إتضح سلامة الفرش وأن الشروخ لا ترجع إلى هبوط فى الفرش ، فيتم علاج هذه الشروخ وذلك بوضع أسياخ حديد عالية الإجهاد عموديا على الشروخ ثم التحبش عليها بالمونة المضاف إليها المادة الإيبوكسية ثم عمل أخرام على جانبي الشروخ وحقتها بالمونة الأيبوكسية .

وعادة ما يتم الكشف الدورى على القناطر الرئيسية على النيل طول العام وكذا أعمال الصيانة - أما بالنسبة للقناطر على الترع الرئيسية فيجرى الكشف خلال السدة الشتوية وتجرى أعمال الصيانة فى السدة الشتوية التالية إلا إذا ظهرت عيوب تحتاج لعلاج سريع فتجرى خلال فترة اقل الاحتياجات .

أعمال الصيانة للأهوسة

إذا إتضح وجود عيوب فى بنوز وأهوان بوابات الهويس بما يعوق حركة البوابة أو عدم إنتظامها أو ميلها ، أو إتضح وجود تسرب كبير من المياه خلال البوابات أو حدث تصادم من وحدة ملاحية بالبوابة « فإنه يلزم فى الحالات المذكورة إجراء عمرة للهويس (إذا تعذر الإصلاح بدون عمرة) ويتم إجراء العمرة بعد الإتفاق مع الجهات المستخدمة للهويس (هيئة النقل النهري - السياحة) ويتم خلال العمرة إجراء الأعمال التالية :

- الكشف على بنوز وأهوان وطواقى البوابات وفك التالف وتركيب البديل .
- الكشف على صاج البوابات وإزالة الصدأ وتغيير الكمر العرضى والطولى إذا لزم الأمر ثم دهان البوابات بالبوية الأيبوكسية .
- الكشف على بوابات الجانبيات وكذا الكشف على خوخ البوابات والمراشمة والإصلاح .
- الكشف على غرفة التحكم إن وجدت وإصلاح ما يلزم منها .
- الكشف على مبانى الهويس سواء البغال أو الأكتاف والعلاج حسب المبين فى مبانى القناطر .
- تطهير الحوض من الطمى المترسب وكذا تطهير أمام الحوض إذا لزم الأمر .
- إصلاح التكاسى سواء فى الأمام أو الخلف .

وعادة ما تجرى العمرة كل ٣ - ٤ سنوات : إلا إذا حدث إصطدام بإحدى البوابات وتعذر الإصلاح بالغطاسين حينئذ يلزم إجراء العمرة .

وبالنسبة للأجزاء تحت المياه فيتم التصوير للقناطر الرئيسية على النيل كل سنة أما القناطر الكبرى على الرياحات وأمام الترع الرئيسية فيتم التصوير كل سنتين وذلك لإيضاح حالة الفرش وكذا المبانى والبيارات التى سبق إيضاح طرق علاجها .

أعمال الصيانة للكبارى

تتعرض أجزاء الكبارى نتيجة للظروف الجوية للتآكل مثل الدراوى « وكذا تتعرض الطبقة السطحية للتآكل نتيجة لحركة المرور « كما تتعرض الكمرات أو البلاطات للتآكل فتسقط طبقة الغطاء ويصدأ حديد التسليح وذلك بالنسبة للكبارى الخرسانية ، أما بالنسبة للكبارى الخشبية تتآكل طبقة الأرضية أو تتعرض لصدأ الكمرات الحديدية - وفيما يلى الإجراءات المطلوبة للصيانة :-

الكبارى الحديدية

- يتم مراشمة الكمرات الحديدية وإزالة طبقة الصدأ وذلك بالنسبة للكمرات السليمة أما الكمرات المتآكلة فيتم تغييرها وباقي الكمرات السليمة يتم دهانها بالبوية الأيوكسية .
- يتم إزالة طبقة الأرضية المتآكلة وتركيب طبقة سليمة ثم دهانها .
- مراشمة ودهان الدرابزين المكون من زوايا حديدية .

الكبارى الخرسانية

- يتم إزالة طبقة الأرضية المتآكلة (من الخرسانة الفينو) ثم دهان السقف وكذا باقى جوانب الأرضية السليمة بالمادة الأيوكسية الرابطة مثل (كيمابوكسى ١٠٤) وذلك لضمان ربط الخرسانة الفينو الجديدة بالسقف وباقى الأرضية .

- وبالنسبة للكمرات المتآكلة يلزم تكسير الغطاء ثم إزالة طبقة الصدأ على حديد التسليح ثم دهانه بالمادة الإيوكسية المانعة للصدأ (كيمابوكسى ١٣١) ثم يدهن سطح الخرسانة بالمادة الأيوكسية الرابطة ثم يعاد عمل طبقة الغطاء وذلك فى حالة عدم تآكل حديد التسليح ، أما فى حالة الحاجة إلى إضافة حديد تسليح جديد بدلا من المتآكل فيجرى ما يلى :
 - ١ - تنظيف الأسطح جيدا ويزال الحديد المتآكل .
 - ٢ - يضاف حديد التسليح البديل ويعمل ثقوب بعمق فى الكمرة العرضية بقطر يزيد بمقدار من ٢ - ٤ مم عن قطر الحديد الجديد وتكون الثقوب بعمق من ٥ - ٧ قطر الحديد الجديد - وتملأ الثقوب بمادة (كيمابوكسى ١٦٥) ثم يركب الحديد فى الثقوب ثم يدهن بمادة الكيمابوكسى الرابطة (كيما بوكسى ١٠٤) ثم يعمل الغطاء بعد ذلك .يجب التأكد من وجود لافتة الحموله لكل كوبرى وإعادة تركيبها فى حالة فقدانها وإعادة الكتابة إذا كانت مطموسة

الكبارى الخشبية

- يتم فك الأربطة الخشبية تمهيدا لإصلاح ودهان المكونات الحديدية .
- بعد إصلاح المكونات (إذا استدعى الأمر) يتم إزالة بقايا الدهان القديم باستخدام الرماله أو الصاروخ .
- وبالنسبة للأعمدة الحاملة للكوبرى فإذا كانت مكونة من مواسير صلب مملوءة بالخرسانة فإنه يلزم حقن تلك المواسير بالأسمنت لمعالجة الخرسانة إذا كانت قد تعرضت للتحلل والتفكك .
- وبعد حقن الأعمدة يتم دهان المكونات الحديدية حسبما توضح فى كيفية دهان الأعمال الحديدية .
- ثم يتم تركيب أخشاب الأرضيات بعد إستبدال الأجزاء التالفة بأخرى جديدة من نفس نوع الخشب الأصلي ويلي ذلك دهان الأخشاب بالدهان المناسب .

الكبارى العقود

- سيكون الإصلاح بنفس الخطوات الموضحة فى صيانة القناطر القديمة (علاج الشروخ فى القناطر القديمة) .

أعمال الصيانة لفتحات الري

- يتم الكشف على بوابات الفتحات ومراشمتها ودهانها حسبما توضح بالنسبة للأعمال الحديدية وقد يحتاج الأمر إلى تغيير الفتيل وإستعداله وكذا إستبدال البوابة ضمانا لسهولة التشغيل وتتم هذه الأعمال خلال السدة الشتوية أو أدوار القفل إذا إستدعى الحال ذلك .

٦-٢-٥ تنظيم عمليات التراخيص على المساطيح وإزالة المخالفات

مقدمة

- تتعرض منافع الري والصرف لإعتداءات الأهالى وذلك بإقامة منشآت ثابتة عليها أو الحفر فى المساطيح وأخذ أتربة منها أو قطعها (وكذلك أخذ أتربة الجسور) وتؤدى هذه الأعمال إلى إعاقة سير المعدات الخاصة بالصيانة وكذا إعاقة تشوين ناتج التطهير وإزالة الحشائش فضلا عن إعاقة عمليات توسيع مجارى الري إذا استدعى الأمر ذلك .
- وتنظيما لتلك الأعمال فقد نصت المواد ٣ ، ٤ من قانون الري والصرف على ضرورة الحصول على تراخيص الوزارة فى حالة إقامة أى أعمال سواء بمعرفة الأهالى أو الجهات التى تعهد إليها الوزارة بالإشراف على أى جزء من الأملاك العامة ذات الصلة بالري والصرف .
- وترخص الوزارة بشغل المنافع لتشوين مهمات أو لأغراض إجتماعية كإنشاء النوادى أو تجميل الموقع بإقامة متنزهات وحدائق الزينة الخاصة ، كما يلزم أيضا الحصول على ترخيص الوزارة فى حالة إقامة منشآت على الأملاك الخاصة داخل جسور النيل أو جسور الرياحات والترع (فقرة أ ، ب من المادة ١ من قانون الري والصرف) بشرط عدم إقامة منشآت ثابتة على منافع الري ، ويتضمن الترخيص فى مثل هذه الحالات ضرورة إزالة المنشآت غير الثابتة إذا استدعت أعمال الصيانة أو التوسيع ذلك ، كما ترخص الوزارة أيضا بالتصرف فى ناتج التطهير (وهى الأتربة الزائدة عن الأرانىك) بشرط إستخدام الأتربة فى الأغراض الزراعية والإنشائية ، فأما الأغراض الزراعية فهى إستخدام الأتربة لإعادة الأراضى المجرفة إلى طبيعتها قبل التجريف وذلك بالنسبة للأراضى القديمة وأما بالنسبة للأراضى الجديدة فتستخدم التربة لعمليات الإستصلاح ، وبالنسبة للأغراض الإنشائية فتستخدم الأتربة لخدمة مشروعات الدولة فقط ، وعمليات الترخيص من قبل الوزارة هى إجراءات وقائية وتنظيمية يستهدف بها المحافظة على المساطيح بما يمكن من الإستفادة منها للقيام بوظيفتها وكذا تجميلها وفى نفس الوقت تحقيق أى فائدة يرجوها المنتفعون من هذه المنافع دون الإضرار بها وعلى أن يسدد المنتفع مقابل الإنتفاع المقرر .

تعريفات

الأملاك العامة ذات الصلة بالري والصرف

- أ - مجرى النيل وجسوره وتدخل فى مجرى النيل جميع الأراضى الواقعة بين الجسور ويستثنى من ذلك كل أرض أو منشأة تكون مملوكة ملكية خاصة للدولة أو لغيرها .
- ب - الرياحات والترع العامة والمصارف العامة وجسورها وتدخل فيها الأراضى والمنشآت الواقعة بين تلك الجسور ما لم تكن مملوكة ملكية خاصة للدولة أو لغيرها .
- ج - المنشآت الخاصة بموازنة مياه الري والصرف أو وقاية الأراضى أو القرى من طغيان المياه أو من التآكل .
- د - الأراضى التى تنزع ملكيتها للمنفعة العامة أو لأغراض الري والصرف .

المسطح

هو جزء من المنافع محصور بين الشارب الأعلى لميل التربة وآخر الميل الداخلى للجسر .

تصرف الطوارىء

هو تصرف ٦٠٥ مليون م^٣ / اليوم عند أسوان .

منسوب الطوارىء

هو منسوب المياه فى الموقع المقابل لتصرف ٦٠٥ م^٣ / اليوم عند أسوان .

خط التهذيب

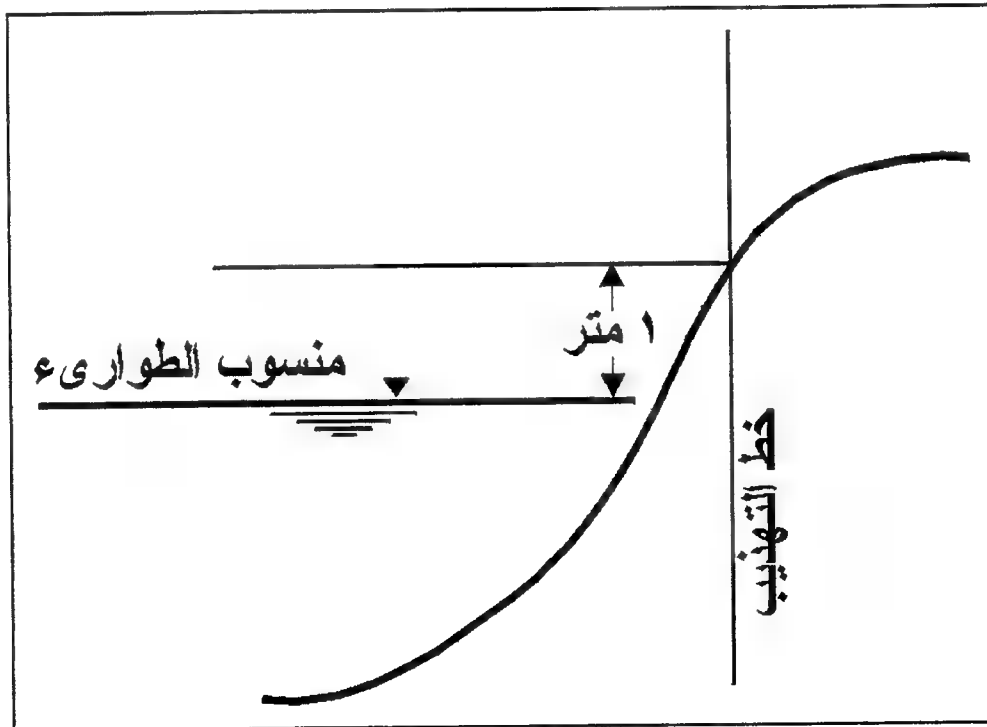
هو تقاطع منسوب أعلى بمقدار ١ متر عن منسوب الطوارىء مع ميل المجرى (حسب الرسم) ولا يسمح بإنشاء أى مباني داخل الخط .

مقابل الإنتفاع

هو مبلغ يسدد نظير شغل المنافع العامة ويسدد سنويا .

مسافة التفتيش

هى المسافة المقرر تركها بدون إنشاءات على المسطاح ومخصصة لمرور وحدات الصيانة .



شكل رقم (٣٤-) قطاع يبين خط التهذيب

إجراءات الترخيص

- حددت المادة (٧) من اللائحة التنفيذية لقانون الري والصرف المرفقات المطلوبة لتقديمها مع طلب الترخيص الذى سيصدر من مدير عام الري والمرفقات كما يلى :

- خريطة مقياس ١ : ٢٥٠٠ من ثلاث صور أو رسم شمسي (أى صورة خريطة) موقع على واحدة من الأصل أو الصورة من مهندس نقابى وموضحا عليها موقع العمل المقترح .
- غرض الإنتفاع من العمل المطلوب الترخيص به .
- إيداع تأمين دائم فى حدود ٢٠٪ من قيمة العمل المطلوب الترخيص به بشرط ألا يقل التأمين عن ٢٠٠ جنيه .
- تعهد بسداد مقابل الإنتفاع المقرر .

القواعد المنظمة للترخيص لشغل المنافع

للأغراض الترفيهية - الأغراض الإجتماعية - المشاتل - رسو المراكب السياحية وغيرها

أ - بالنسبة للأماكن الخاصة

- ١ - أن تكون الأراضى المطلوب عمل منشأة عليها خارج خط التهذيب .
- ٢ - تعلو الأرض بمقدار ١ متر على الأقل عن منسوب الطوارىء .
- ٣ - تترك مسافة ١٠ متر من الشارب (فى حالة النيل) ، ٦ متر (فى حالة الرياحات والترع) وتترك هذه المسافة للتفتيش .
- ٤ - لا يزيد إرتفاع المباني عن منسوب الرصيف المستخدم لمرور المشاة أى رصيف الشارع .
- ٥ - تنشأ تكسية حجرية فى مواجهة المنشأ .
- ٦ - تحدد طريقة الصرف الصحى وتوافق عليها الوزارة .

ب - بالنسبة للأماكن العامة (منافع عامة أو طرح نهر)

- تراعى البنود المذكورة عاليه - مع إضافة ما يلى :
- ١ - أن يكون المنشأ من مواد سهلة الفك والتركيب .
- ٢ - مساحة المنشأ لا تزيد عن ١٠٪ من جملة مساحة القطعة المرخص بها .
- ٣ - طول المنشأ لا يزيد عن ١٠٪ من طول القطعة .

القواعد المنظمة للترخيص بمشال الأتربة

- ١ - يقتصر الترخيص بمشال الأتربة للجهات الحكومية فقط وبالنسبة لقطاع الأعمال أو القطاع الخاص فيشترط الحصول على الموافقة الشخصية لوزير الزراعة أو من يفوضه .
- ٢ - يحدد أورنيك المشال بحيث لا يتجاوزه المرخص إليه .

القواعد المنظمة للترخيص لشغل المنافع للتشوينات

- يجوز الترخيص بشغل المنافع لتشوين المهمات والمواد حسب الفئات الواردة باللائحة التنفيذية لقانون الري والصرف وبعد الحصول على الترخيص حسب المبين .

المراجع

- ١ - مذكرات من أعمال المنافع العامة الكبرى التي تمت بمصر منذ أقدم العصور حتى عام ١٨٧٢ (لبنان دى بلفون) ١٩٤٩ .
- ٢ - نهر النيل فى المكتبة العربية (محمد جمدى المناوى) ١٩٦٦ .
- ٣ - علم الري (حسين سرى بك) ١٩٣٣ .
- ٤ - قانون الري والصرف رقم ١٢ لسنة ١٩٨٤ .
- 5- Strategy Paper for Channel Maintenance for Nile River and Channels (1992).
- 6- Irrigation and Water Power Engineerin, B.C Punmia (1972).
- 7- Irrigation Engineering Canals and Barrages, Serge Leliavsky (1965).
- ٨ - عقود وزارة الأشغال (لأعمال الصيانة) .
- ٩ - القرارات الوزارية الخاصة بتنظيم التراخيص على مساطيح المجارى المائية .
- ١٠ - تصميم الترع الترابية المتزنة - معهد بحوث صيانة الترع والمصارف ومقاومة الحشائش نوفمبر ١٩٩٢ .

الباب السادس

إدارة وهيدرولوجيا السيول

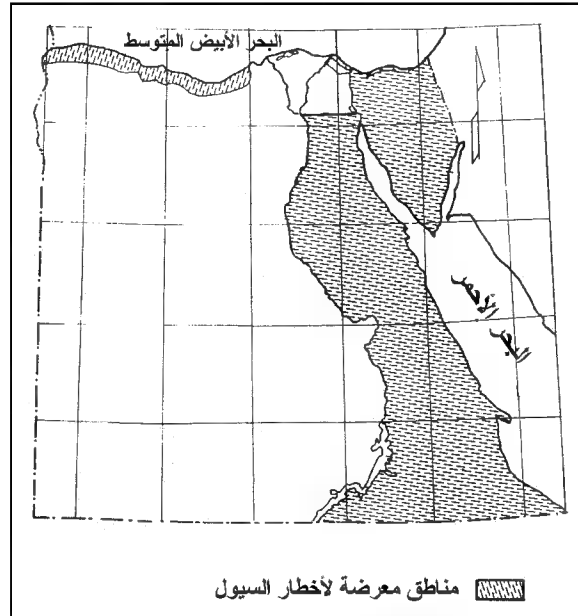
على الرغم من أن معظم أنشطة وزارة الموارد المائية والري تتركز بصورة رئيسية على نهر النيل والترع والقنوات المتفرعة منه « إلا أن مجالات عمل الوزارة تمتد إلى العديد من المصادر غير التقليدية للمياه . وتعد مياه السيول الناجمة عن تركيز مياه الأمطار التي تسقط بشدة على بعض المناطق ، إحدى مصادر المياه التي تدخل فى نطاق عمل الوزارة . ولهذا فقد تم تخصيص هذا الجزء من الكود المصرى للموارد المائية لتحديد القواعد والأسس الفنية التي يلزم إتباعها عند التعامل مع مياه السيول .

١-٦ اعتبارات عامة يجب إتباعها عند التعامل مع السيول

١.١.٦ المناطق الأكثر عرضة للسيول بمصر

لقد ثبت بناء على الملاحظات المتكررة تعرض العديد من المناطق بمصر ، وبخاصة المناطق الصحراوية ، لأخطار السيول وذلك على فترات متباعدة نوعا . ولعل تباعد فترات حدوث السيول هو العامل الرئيسى الذى يعطى إنطبعا زائفا بالأمان . ويوضح الشكل رقم (٦ - ١) المناطق التي ثبت تعرض أجزاء منها لأخطار السيول على مدار السنوات السابقة « وهذه المناطق هى بالتحديد :

- الساحل الشمالى فى المنطقة الواقعة إلى الغرب من مدينة الإسكندرية .
 - شبه جزيرة سيناء بالكامل .
 - الصحراء الشرقية فى المنطقة الواقعة جنوب طريق القاهرة - الإسماعيلية الزراعى ، والممتدة حتى حدود مصر الجنوبية « وذلك بكامل المنطقة الممتدة بين النيل غربا إلى البحر الأحمر شرقا .
- ويجب على المهندس الالتزام بإتباع مجموعة من القواعد الأساسية للتعامل مع السيول عند إقامة أو دراسة أى من المنشآت فى هذه المناطق.



شكل رقم (٦ - ١) المناطق الأكثر عرضة لأخطار السيول بجمهورية مصر العربية

٢-١-٦ القواعد الأساسية للتعامل مع مناطق السيول

يجب على المهندس إتباع الخطوات التالية :

- أ - التعرف على مواقع مخبرات السيول بالمنطقة وكذلك تحديد المناطق المعرضة للغمر أثناء السيل ويتم ذلك عن طريق إحدى أو كل الوسائل التالية :
 - سؤال الأهالي أو البدو المقيمين بالمنطقة وبخاصة المعمرين منهم .
 - دراسة الخرائط الطبوغرافية المتاحة من هيئة المساحة أو المساحة العسكرية.
 - الزيارات الميدانية للتعرف على حجم الرواسب بالمنطقة ووجود النباتات الصحراوية وتغيرها من موقع لآخر .
- ب - في حالة التأكد من إمكانية تأثر الموقع المقترح لأحد المنشآت بأخطار السيول ، يفضل نقل المنشأ لأحد المواقع الأكثر أمناً إن أمكن ذلك .
- ج - في حالة تعذر تغيير الموقع ، أو في حالة وجود منشآت بالفعل في منطقة معرضة للسيول ، فإنه يجب عمل دراسات تفصيلية خاصة بالحماية من السيول .

٣-١-٦ عناصر دراسات السيول

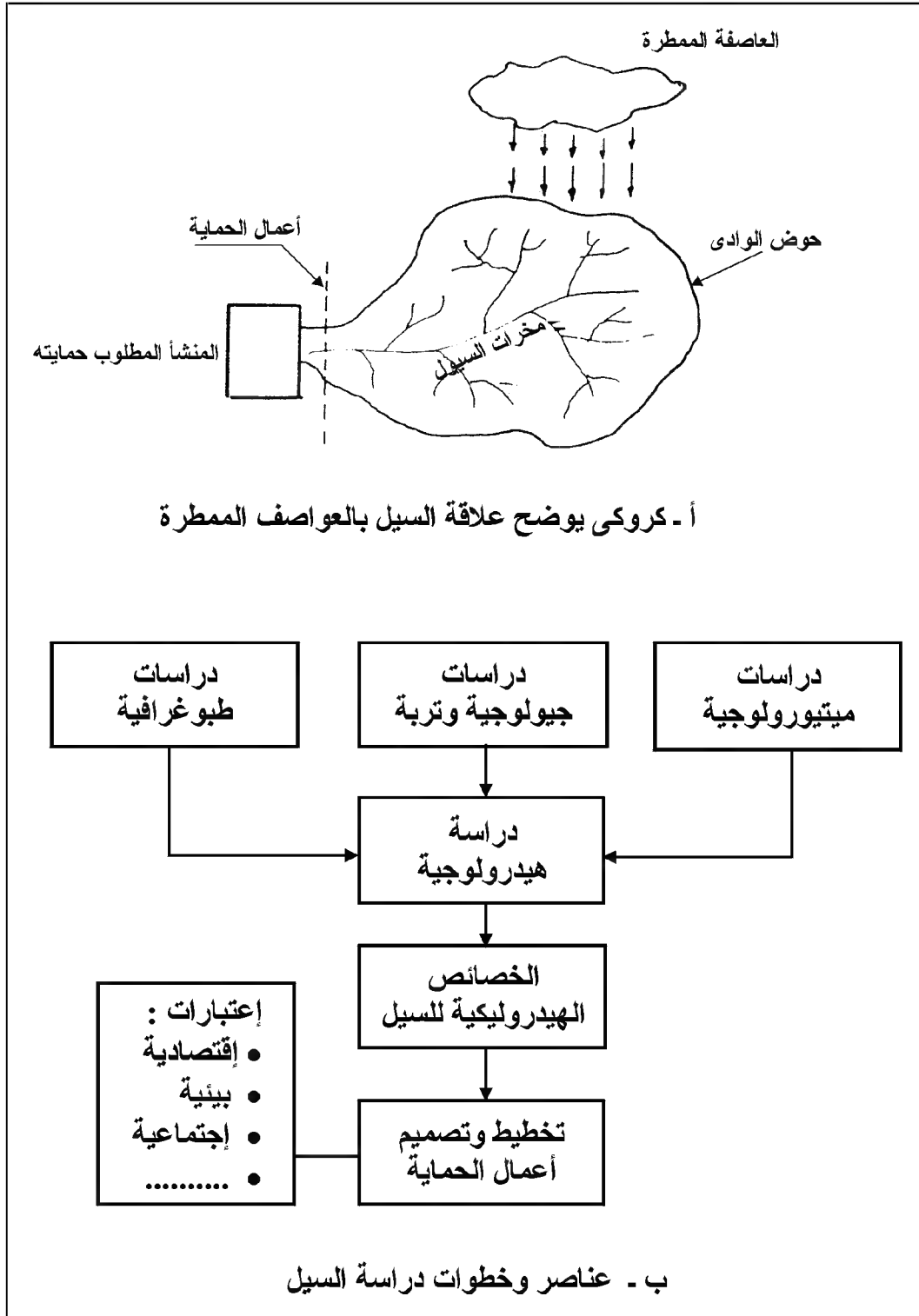
يجب أن تحتوى أى دراسة خاصة بالسيول على شقين مختلفين ولكنهما متكاملين وهما بالتحديد :

- أ - دراسات بهدف تحديد الخواص الهيدروليكية للسيل « وتتكون هذه الدراسات من مجموعة من الحسابات الهيدروليكية بهدف تقدير عمق مياه السيل « وسرعتها بالإضافة إلى تقدير كمية المواد الرسوبية المحمولة مع مياه السيل. ويتم ذلك عن طريق دراسة مناخ وطبوغرافية وجيولوجية المنطقة المحيطة بالإضافة إلى إجراء بعض التحاليل لتحديد خواص الطبقة السطحية من التربة.
 - ب - إعداد تخطيط وتصميم متكامل لنظام الحماية المطلوبة . وتتكون أعمال الحماية عادة من مجموعة من السدود والجسور بالإضافة إلى مجارى مائية لتحويل مسار السيل .
- ويجب ملاحظة أن نظام الحماية الأمثل يلزم أن لا يتم تحديده فقط بناء على الإعتبارات الهيدرولوجية والهيدروليكية ولكن يجب كذلك الأخذ فى الإعتبار النواحي البيئية والإقتصادية بصفة خاصة ويوضح الشكل (٢-٦) التداخل بين العناصر المختلفة فى دراسات السيول .

ونظراً لأن السيول تحدث نتيجة سقوط الأمطار بشدة ، فإن الدراسات المناخية هى العنصر الأول من دراسات السيول « وفيها يتم إيجاد خصائص وإحتمالات حدوث العواصف الممطرة المختلفة التى قد يتعرض لها حوض الوادى ، إذ يمكن إعتبار العاصفة الممطرة بمثابة الحمل الذى يؤثر على حوض الوادى فيسبب السيل كما هو موضح فى شكل (٦ - ٢) وتهدف الدراسات الطبوغرافية من ناحية أخرى إلى تحديد خصائص حوض الوادى وقدرته على تجميع وتصريف مياه المطر وتوجيهها نحو مخبرات السيول . أما بالنسبة للدراسات الجيولوجية وخواص التربة ، فإنها تهدف إلى تقدير نسبة الفواقد أى كمية المطر المتسربة لباطن الأرض .

كما أن الدراسات الهيدرولوجية تهدف إلى تقدير خصائص السيول وإحتمالات حدوثها ، وذلك عن طريق ربط خصائص العواصف الممطرة بخصائص حوض الوادى . وتعتبر النتائج التى يتم حسابها فى

الدراسات الهيدرولوجية ، بمثابة الأحمال التى يجب مقاومتها عند تصميم أعمال الحماية من السيول كما سبق توضيحه فى شكل (٦ - ٢) .



شكل رقم (٦ - ٢) العناصر المختلفة المكونة لدراسة السيول

وتحتوى الأبواب التالية على القواعد العامة والمعايير والإشترطات الفنية الواجب إتباعها عند إعداد وتنفيذ كل من الدراسات الميثورولوجية والجيولوجية « وتجميع البيانات الحقلية بالإضافة إلى إعداد الدراسات الهيدرولوجية .

٢.٦ الطرق الإحصائية لتحديد شدة الأمطار المسببة للسيول

١.٢.٦ اختيار محطات الأمطار الممثلة لمنطقة الدراسة

تعتبر شدة وكمية الأمطار الساقطة على حوض الوادى من أهم العناصر المستخدمة لحساب شدة السيل . لذلك يتم إستخدام بيانات الأمطار والتي سبق تسجيلها بمحطات الرصد القريبة من منطقة الدراسة . ويجب على المهندس محاولة الحصول على بيانات الأمطار لثلاثة محطات أرصاد محيطة بالوادى المطلوب دراسته على أقل تقدير . وبصفة عامة تفضل المحطات القريبة عن المحطات البعيدة « كما يجب ألا يختلف منسوب المحطات كثيراً عن مناسيب الأرض الطبيعية داخل الوادى . وفى حالة التباين الشديد بين مناسيب الوادى ومناسيب محطات الأرصاد القريبة يفضل الإسترشاد ببيانات محطة أو أكثر ذات منسوب قريب من مناسيب الوادى على الرغم من بعد موقعها .

ويتم تحليل بيانات الأمطار لكل محطة على حدة لتحديد العاصفة التصميمية لكل منها وذلك بالطرق التي سيتم وصفها لاحقاً . يتم بعد ذلك إعطاء كل محطة وزن مناسب يعتمد على مدى قربها من منطقة الدراسة فى كل من المسافة والمنسوب ، ويتم حساب العاصفة التصميمية عند موقع الوادى كقيمة متوسطة للعواصف التصميمية من المحطات المحيطة .

٢.٢.٦ اختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية

عند تصميم أى منشأ معرض لحمل عشوائى فإنه يجب على المهندس قبول فكرة إحتمال أن يزيد الحمل فى بعض الحالات القصوى عن الحمل التصميمى . فمثلاً عند تصميم مفيض فى جسم سد لى يستوعب أقصى تصرف محتمل حدوثه خلال خمسين عاماً (أى تصرف له إحتمال حدوث مقداره ٢٪ لكل سنة) فإن هذا يعنى أن المهندس يقبل فكرة وجود خطورة على المنشأ نتيجة حدوث عاصفة أكبر من العاصفة التصميمية وأن هذه المخاطرة المقبولة لها إحتمال ٢٪ لكل سنة .

ويجب التأكيد على أن تصميم أى منشأ ليستوعب أقصى عاصفة محتمل حدوثها خلال خمسين سنة لا يعنى أن إحتمال حدوث هذه العاصفة خلال العمر الافتراضى للمنشأ هو ٢٪ ولكن تستخدم المعادلة التالية لحساب الإحتمال (P) لحدوث العاصفة التصميمية أو عاصفة أكبر منها خلال عدد (N) من السنين :

$$P = 1.0 - (1 - 1/R)^N \quad (6 - 1)^{(1)}$$

حيث R هو الزمن التكرارى للعاصفة « فمثلاً عند تصميم بربخ على أساس أن يستوعب أقصى عاصفة ذات زمن تكرارى مقداره خمسون سنة ، فإن إحتمال فشل هذا البربخ خلال العشر سنوات الأولى هو ١٨,٣٪ تقريباً . وبعبارة أخرى فإنه فى حالة إنشاء مائة بربخ على بعض الطرق لى تتحمل العاصفة المتوقع تكرارها مرة كل خمسين سنة فإن هذا يعنى أن المهندس المصمم يقبل إنهيار أو حدوث تلفيات رئيسية فى حوالى ١٨,٣ بربخ فى المتوسط . وذلك خلال العشر سنوات الأولى بعد إنشاء هذه البرابخ .

(1) Ang. Alfredo “ Probability Concepts in Engineering Planning and Design
Jhon Wiley & Sons Inc. 1975, Pp 409

ومن ناحية أخرى ففي حالة إختيار زمن تكرارى للعاصفة التصميمية مقداره ١٠٠ سنة فإن تكاليف الإنشاء ستزداد بالطبع ولكن فى المقابل فإن عدد البرابخ المتوقع إنهارها خلال العشر سنوات الأولى ستتخفف إلى حوالى ٩,٦ بربخ ، بينما يرتفع العدد إلى حوالى ٣٣,٥ ، فى حالة التصميم بإستخدام زمن تكرارى مقداره ٢٥ سنة .

ومما سبق يتضح أن إختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية سيترتب عليه تحديد كل من :

- التكاليف الإجمالية للإنشاء .
- تكاليف الصيانة والإصلاحات .

وعلى هذا فإن تحديد الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية فى المنشآت الهامة يجب أن يتم بناء على دراسة إقتصادية مع تقييم المخاطر المقبولة من النواحى الإقتصادية والبيئية والإجتماعية وتحتوى الدراسة على العناصر الآتية :

أ - البدائل :

وهى تصميم المنشآت على إعتبار إختيار زمن تكرارى مقداره ١٠ سنوات ، ٢٠ سنة ، ٢٥ سنة إلخ .

ب - الأحداث المحتملة :

وهى تحديد سلسلة من شدة العواصف المحتمل حدوثها خلال العمر الإفتراضى للمنشأ والإحتمالات المناظرة لحدوث كل منها .

ج - تقييم لتركيبية البدائل مع الأحداث (Utility Functions) :

وهذا التقييم قد يكون مجرد حساب للتكاليف المتوقعة عند إختيار أحد البدائل المحددة بالبند (أ) وحدث أحد العواصف المحددة فى البند (ب) ، وقد يدخل هذا التقييم بعض النواحى الإجتماعية والسياسية الأخرى .

ويتم بعد ذلك دمج عناصر الدراسة الإقتصادية المذكورة فى أ ، ب ، ج لتكوين شجرة إتخاذ القرار (Decision Tree) وإختيار البديل المناظر لأفضل قيمة .

وفى حالة إستخدام أعمال الحماية المؤقتة أو أعمال الحماية بالطرق الثانوية فإنه يمكن الإكتفاء بقبول إحتمال إنهار يتراوح بين ٢٠٪ - ٣٠٪ وبالتالى يمكن إستخدام القيم بالجدول (٦ - ١) للإسترشاد .

جدول رقم (٦ - ١)

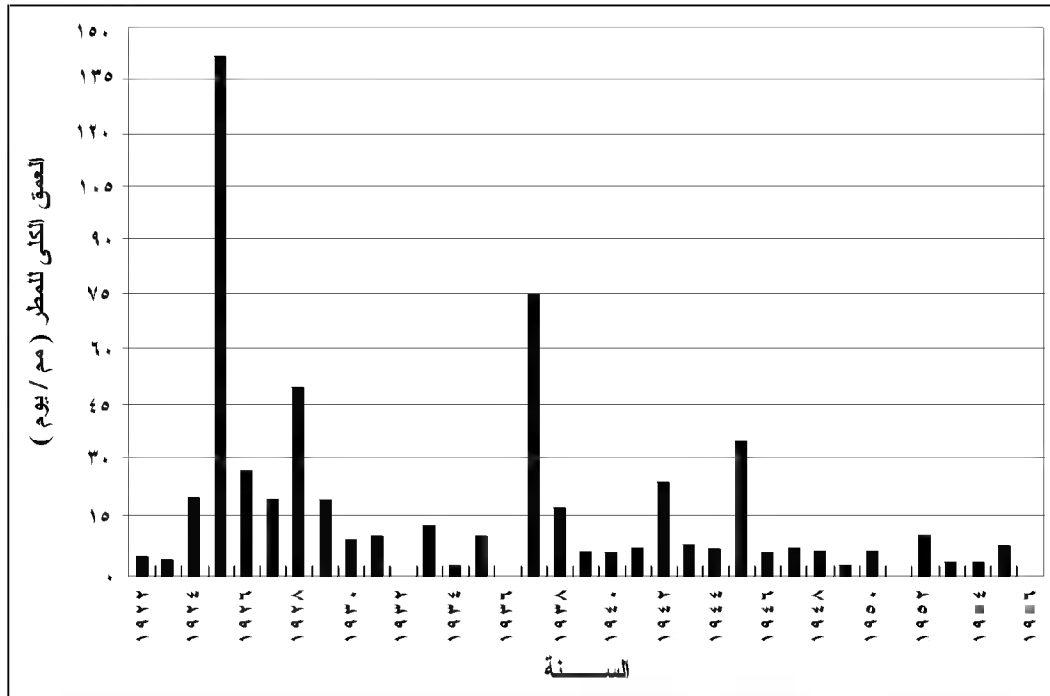
إختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية لبعض المنشآت المختلفة

نوع المنشأ	الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية
أعمال حماية مؤقتة بعمر إفتراضى أقل من ٣ سنوات	١٠ سنوات
طرق ثانوية ومدقات عمر إفتراضى ٥ سنوات	٢٠ سنة
طرق رئيسية بعمر إفتراضى ١٠ سنوات	٥٠ سنة
طرق حيوية بمناطق نائية صعبة الصيانة عمر إفتراضى ٢٠ سنة	١٠٠ سنة
أعمال حماية لمنشآت هامة كالمدن والقرى والمصانع ومحطات الكهرباء	دراسة إقتصادية متكاملة

٣.٢.٦ التحليل الإحصائي لتحديد العواصف التصميمية

بعد إختيار الزمن التكراري للعاصفة التصميمية ، يتم إستخدام بيانات الأمطار المسجلة عند كل محطة لحساب أقصى عاصفة متوقعة خلال هذه الفترة الزمنية . ولكي يتم ذلك يجب عمل تحليل إحصائي يعرف بتحليل النهايات العظمى ⁽²⁾ " Extreme Value Analysis "، ويتم حسب الخطوات التالية :

- أ - لكل محطة أرصاد يتم تجميع بيانات المطر اليومية لعدد (N) من السنين (يفضل ألا تقل عن ٣٠ سنة) .
- ب - يتم تحديد أقصى عاصفة في اليوم الواحد لكل سنة على حدة ، ويوضح الشكل رقم (٦ - ٣) أقصى عواصف تم تسجيلها لمحطة أرصاد التمد كمثال .



شكل رقم (٦ - ٣) أقصى عاصفة يومية تم رصدها في السنة بمحطة التمد المناخية

- ج - ترتب العواصف تنازلياً من الأكبر إلى الأصغر . يوضح الجدول رقم (٦ - ٢) تطبيق هذه الخطوات على محطة أرصاد التمد بسيينا .
 - د - يتم إعطاء كل عاصفة رتبة حسب ترتيبها بالجدول (m) .
 - هـ - لكل عاصفة يتم تقدير حساب احتمال حدوث عاصفة مثلها أو أكبر منها من المعادلة التالية
- $$P = m/(n+1)$$
- و - يتم توقيع شدة المطر مع الإحتمالات (العمودين الثاني ومقلوب العمود الخامس من الجدول) على رسم بياني بحيث يتم تدريج المحور الأفقي حسب المنحنى الإحتمالي للنهايات العظمى " Extreme Value Distribution "
 - ز - يتم إضافة خط مستقيم بين العواصف القصوى ، كما هو موضح في شكل (٦ - ٤) لمحطة أرصاد التمد .

(2) Benjamin, J.R and Cornell, C.A. " Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers" Mc-Graw Hill Book Company, New York, 1970, Pp 684.

ملحوظة :

عند رسم الإحتمالات السابقة بإستخدام تدرج منحني نهايات عظمى عادة ما تظهر جميع النقاط فى صورة خط مستقيم . ولكن عند تحليل بيانات الأمطار لبعض محطات الأرصاد بمصر قد تكون النقاط خطين مستقيمين منفصلين (مثل ما هو موضح فى محطة التمد) ويرجع ذلك لوجود نوعين مختلفين من العواصف المسببة للأمطار وهى :

- الأمطار الشتوية المعتادة والتي تزداد شدتها كلما إتجهنا شمالا .
- أمطار الربيع والخريف وهى ذات تكرارية منخفضة نسبيا ولكن بشدة مرتفعة نسبيا تزداد شدتها كلما إتجهنا جنوبا ، وهى التى تسبب السيول بصعيد مصر وجنوب سيناء .

ح - يتم مد الخط المستقيم للحصول على شدة العاصفة المناظرة للزمن التكرارى المطلوب .

٦-٢-٤ خرائط مبسطة للعواصف التصميمية

تحتوى الأشكال (٥-٦ ، ٦-٦) على خرائط تحدد أقصى عاصفة متوقعة كل ١٠ سنوات وكذلك كل ٥٠ سنة وذلك لشبه جزيرة سيناء كما يحتوى الجدول (٦ - ٣) على أقصى عواصف تم رصدها عند بعض محطات الأرصاد المنتشرة بمصر .

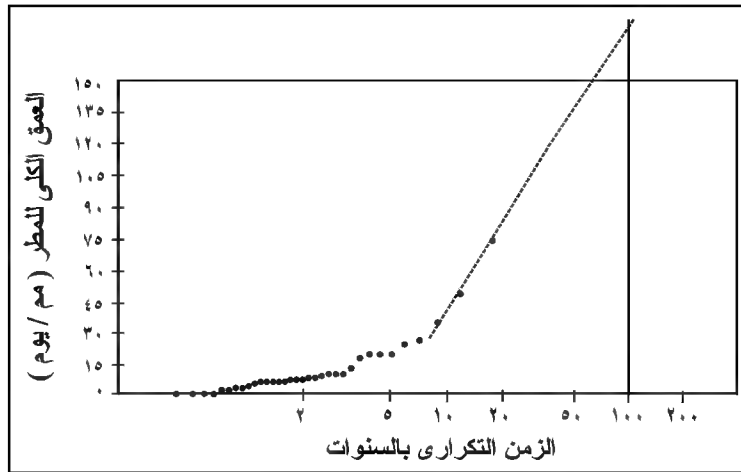
وتجدر الإشارة إلى أن الخرائط تم إعدادها بأستخدام بيانات الأمطار المتاحة حتى سنة ١٩٩٠ لشبه جزيرة سيناء ، بينما يوضح العامود الثانى من الجدول (٦ - ٣) فترات الأرصاد المستخدمة لباقي أجزاء الجمهورية .

جدول (٦ - ٢) أقصى مطر يومى عند محطة التمد المناخية

Year	Maximum Rain Depth (mm / day)	Date	Rank (m)	Plotting ⁽³⁾ Position m / (n+1)
1922	5.0	27/12	26	0.72222
1923	4.0	29/11	27	0.75000
1924	20.0	3/11	7	0.19444
1925	142.0	18/11	1	0.02788
1926	27.0	5/3	5	0.13889
1927	20.0	5/3	8	0.22222
1928	50.0	24/2	3	0.08333
1929	20.0	21/3	9	0.25000
1930	9.0	29/12	15	0.41667
1931	10.0	9/1	12	0.33333

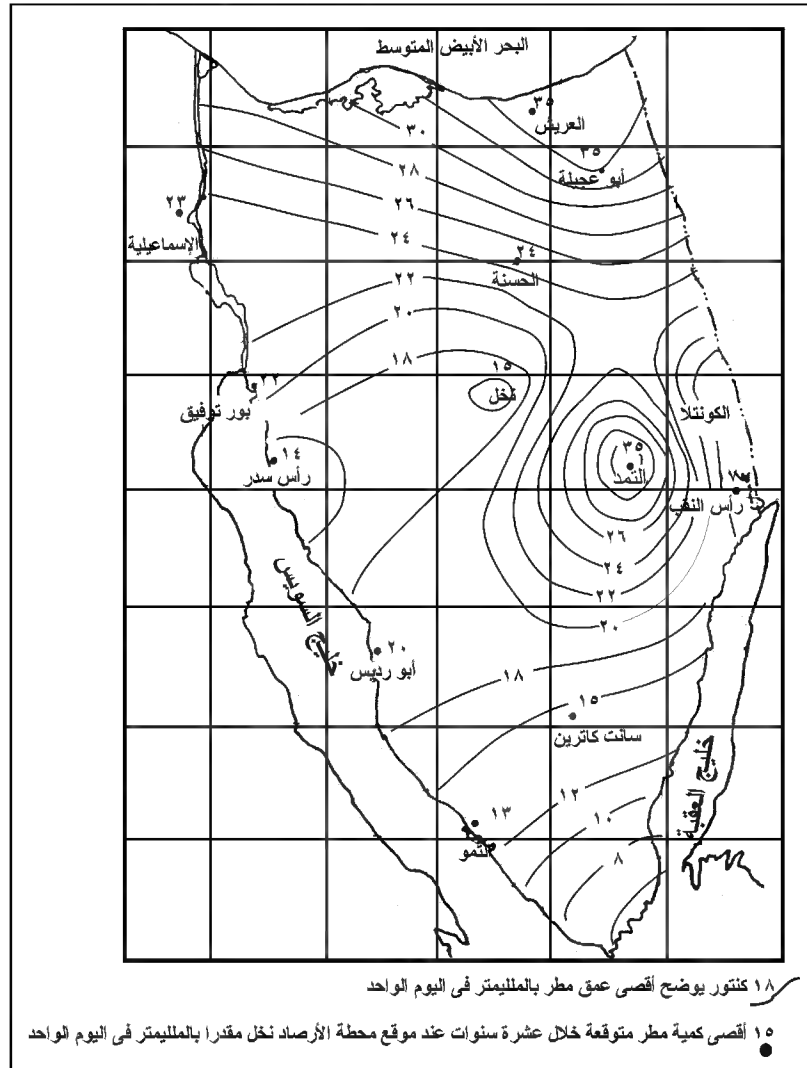
Year	Maximum Rain Depth (mm / day)	Date	Rank (m)	Plotting ⁽³⁾ Position m / (n+1)
1932	0.0	***	***	***
1933	13.0	13/1	11	0.30556
1934	2.0	30/12	30	0.83333
1935	10.0	21/11	13	0.36111
1936	0.0	***	***	***
1937	75.0	9/11	2	0.05556
1938	18.0	7/3	10	0.27778
1939	6.0	9/2	21	0.58333
1940	6.0	2/4	22	0.61111
1941	7.0	2/3	18	0.50000
1942	25.0	20/1	6	0.16667
1943	8.0	14/3	16	0.44444
1944	7.0	10/5	19	0.52778
1945	36.0	15/5	4	0.11111
1946	6.0	26/11	23	0.63889
1947	7.0	15/1	20	0.55556
1948	6.0	8/2	24	0.66667
1949	2.0	24/11	31	0.86111
1950	6.0	11/11	25	0.69444
1951	0.0	***	***	***
1952	10.0	3/2	14	0.38889
1953	3.0	30/12	28	0.77778
1954	3.0	2/4	29	0.80556
1955	8.0	25/12	17	0.47222
1956	0.0	***	***	***

(3) Total number of records (n) = 35

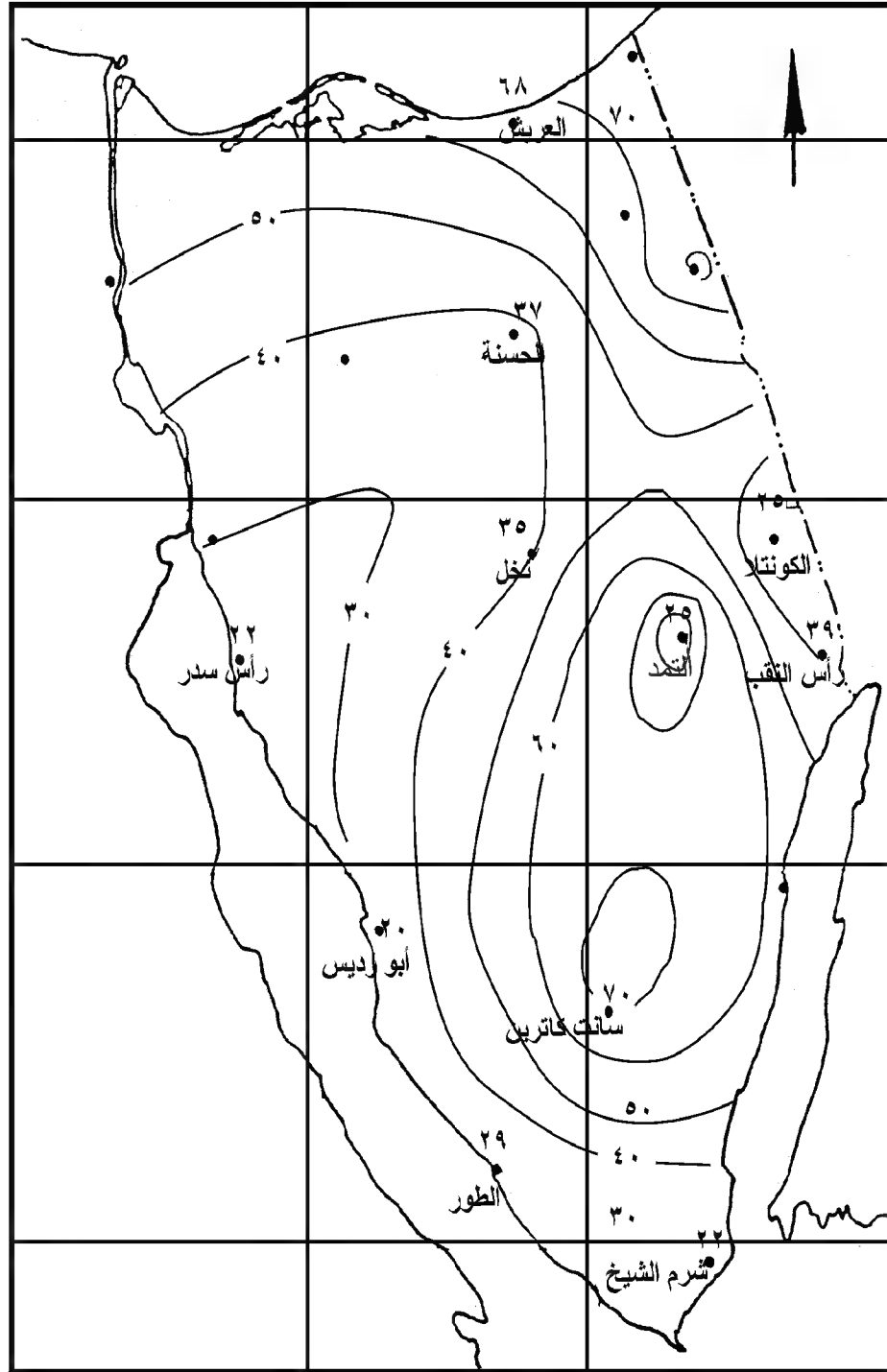


شكل رقم (٤ - ٦)

تحليل أقصى عواصف ممطرة لمحطة أرصاد التمد باستخدام منحني النهايات العظمى



شكل رقم (٥ - ٦) أقصى عاصفة متوقعة خلال عشرة سنوات لشبه جزيرة سيناء



٦٠ كنطور يوضح أقصى عمق مطر بالمليمتر في اليوم الواحد

صفر ٢٠ ٤٠ ٦٠ ٨٠ ١٠٠ كم

٣٧ أقصى كمية مطر متوقعة خلال خمسين سنة عند موقع الحسنة محطة الأرصاد مقدرا بالمليمتر في اليوم الواحد

شكل رقم (٦ - ٦) أقصى عاصفة متوقعة خلال خمسين سنة لشبه جزيرة سيناء

جدول رقم (٦ - ٣)
أقصى عواصف تم رصدها فى محطات الأرصاد المختلفة وذلك بناء على كتاب المعدلات لسنة ١٩٧٦

اسم المحطة	أقصى شدة أمطار تم رصدها فى يوم واحد (مم)	فترة الارصاد المستخدمة بالسنوات	تاريخ
السلوم	١٢٠,٨	١٩٧٥ - ١٩٤٦	١٩٤٧-١١-٢٢
سيدنى برانى	٩٧,٦	٧٥ - ٤٨	١٩٧٣-١١-٢
مرسى مطروح	٧٥,٥٠	٧٥ - ٤٧	٤٧-١١-٢٢
الضبعة	٤٩,٠	٧٥ - ٤٨	٥٢-١-٧
الاسكندرية	٦٤,٦	٧٥ - ٤٢	٦٦-١١-٨
رشيد	٥٧,٠	٧٥ - ٣١	٤٨-١-٣
دمياط	٥٥,٠	٧٥ - ٣١	٥٣-١١-١٥
بورسعيد	٤٧,٧	٧٥ - ٤١	١٩٦١-١٢-٥
دمنهور	٣٩,٢	٧٥ - ٣١	٦٩-١٠-٨
التحرير	٢١,٤	٧٥ - ٥٥	٧١-١-٩
	٢٤,٩		٦٧-٥-١٢
وادي النطرون	٧٠,٠	٧٥ - ٤٦	٥٣-١١-١٧
	٢٧,٠		٦٥-٤-١٠
غرب القاهرة	٢٣,٧	٧٥ - ٥٧	٧٢-١١-٢٤
السرو	٤١,٠	٦٨ - ٣١	٥٣-١١-١٥
	٢٩,٥		٤٤-٥-٤
سخا	٤٠,٠	٧٥ - ٣١	٤٤-٨-٢٨
شبين الكوم	٤٤,٠	٧٥ - ٤٦	٧٢-١١-٢٤
	٢٨,٠		٦٧-٥-١٢
بنها	٢٧,٥	٧٥ - ١٢	١٩٢١-١٢-٨
	٢١,٦		٦٨-٥-٢٥
المنصورة	٤٨,٠	٧٥ - ١٩٠٦	٣٧-١٠-٢٧
الزقازيق	٢٤,٠	٧٨ - ٢٦	٣٢-١١-٥
	٢٣,٤		٤٠-٤-٢٣

اسم المحطة	اقصى شدة أمطار تم رصدها فى يوم واحد (مم)	فترة الارصاد المستخدمة بالسنوات	تاريخ
انشاص	١٦,٥	٧٥ - ٥١	
فايد	٣٢,٤	٧٣ - ٤١	٧٠-١١-٢
القاهرة	٥٠,٠	٧٥-٤٧	٥١-١٢-٦
الماظة	٤٤,٠	٧٥ - ٤١	٥١-١٢-٦
جيزة	٥٣,٢	٧٥ - ٣١	٣٧-١٠-٢٧
حلوان	٣٢,٧	٧٥ - ٣١	٥١-١٢-٦
بنى سويف	٢٠,٠	٧٥ - ٥٣	٧٢-١١-٢٤
المنيا	١١,٤	٧٥ - ٤١	٧٥-٢-١٩
ملوى	٢٠,٠	٧٥ - ٤٥	٧٥-٢-١٨
أسيوط	٢,٥	٧٥ - ٤٦	٧٩-٤-١٤
نجع حمادى	٣٩,٠	٦٨ - ٤٢	٥٤-١٢-١٩
قنا	٥٥,٣	٧٥ - ٣٥	٤٩-١١-٢٢
الأقصر	٥,٨	٧٥ - ٤٨	٤٩-٥-١٠
كوم أمبو	٦,٦	٧٥ - ٥٤	٦٩-١٠-٨
أسوان	٧,٢	٧٥ - ٤٥	٦٨-٤-١٦
سيوة	٢٥,٤	٧٥ - ٣١	٧٤-١١-٢١
	٢٣,٠		٤٥-٥-١٢
الواحات البحرية	١٦,٠	٧٥ - ٣١	٤٨-٤-١٨
الفرافرة	١٥,٢	٧٥ - ٥٥	٧٢-١١-٢٣
الداخلية	٨,٠	٧٥ - ٣١	٤٢-٢-١٥
الخارجية	٥,٧	(٧٠ - ٣٤)	٤٥-٥-١٣
الغردقة	٢٤,٧	٧٥ - ٤٣	٥٤-١٢-١٩
القصير	٣٤,٠	٧٥ - ٣١	٣٤-١١-٦
ديداوس (أبو كيزان)	٣٩,٠	٧٥ - ٣١	٤٧-١١-١٦
رأس بنياس	٦٤,٠	٧٥ - ٦٤	٦٦-١١-٢٤

٣-٦ الدراسات التكميلية المرتبطة بتقييم السيول

١-٣-٦ إختبارات النفاذية للطبقة السطحية

عادة ما تتكون الطبقات السطحية فى الوديان من مواد رسوبية منفذة للمياه وبالتالى فإن نسبة من مياه الأمطار الساقطة على الوادى تتسرب إلى الطبقات تحت السطحية ولا تساهم فى تكوين السيول . بالتبعية فإنه كلما زادت نفاذية الطبقات السطحية كلما إنخفضت حدة السيول « وذلك فى حالة تشابه جميع الظروف المناخية والطبوغرافية الأخرى .

وتعتمد كمية المياه التى تتسرب خلال مسام التربة على مجموعة من العوامل مثل نوع التربة ، رطوبة التربة ، كثافة الغطاء النباتى ، عمق سطح المياه الجوفية ، وذلك بالإضافة إلى شدة الأمطار . وعادة ما ينخفض معدل التسرب مع الزمن أثناء العاصفة التصميمية وذلك نتيجة تشبع الطبقات السطحية بالمياه المتسربة حسب ما هو موضح بالشكل رقم (٦ - ٧ أ) . وبعد فترة زمنية قد تصل إلى عدة ساعات فإن معدل التسرب لا يتغير ويصل إلى حالة ثبات نهائى (f_c) ، وذلك بمعدلات تتفاوت من عدة ملليمترات فى الساعة إلى عدة سنتيمترات فى الساعة .

وعند عمل الحسابات الهيدرولوجية للسيول فإنه يجب أن يتم إفتراض أن التربة السطحية مشبعة بالمياه وأن معدل التسرب أثناء العاصفة والسيل لن يزيد عن (f_c) . وهذا الفرض عادة ما يتحقق فى الوديان الطبيعية أثناء العواصف الشديدة نسبيا نظرا لإمكانية حدوث عواصف ممطرة صغيرة نسبيا تسبق العاصفة التصميمية « وهذه العواصف قد لا يتسبب عنها حدوث سيول ولكنها قد تكفى لحدوث تشبع للطبقات السطحية بالمياه . لذلك فإن الغرض الأساسى من عمل إختبارات النفاذية للطبقات السطحية هو تحديد معدل التسرب النهائى الثابت (f_c) .

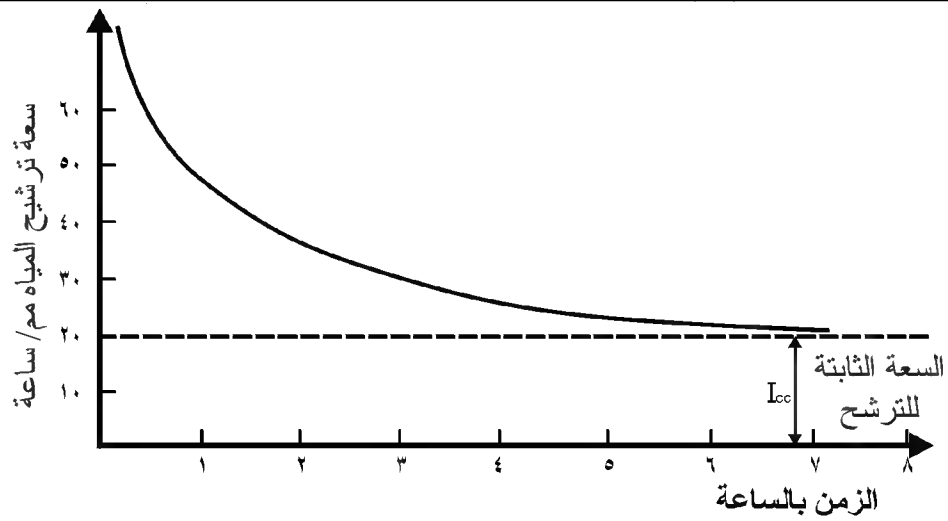
٢-٣-٦ طريقة قياس معدل التسرب فى الحقل

يتم إستخدام إسطوانتين متداخلتين كما هو موضح بشكل (٦ - ٧ ب) . ويجب ألا يقل قطر الإسطوانة الداخلية عن ٣٠ سم وألا يقل قطر الإسطوانة الخارجية عن مرة ونصف قطر الإسطوانة الداخلية (أى لا يقل قطر الإسطوانة الخارجية عن ٤٥ سم فى حالة إستخدام إسطوانة داخلية بقطر ٣٠ سم) . كذلك لا يجب أن يقل إرتفاع كل من الإسطوانتين عن ٢٥ سم ، وتكون لها حواف سفلية مدببة .

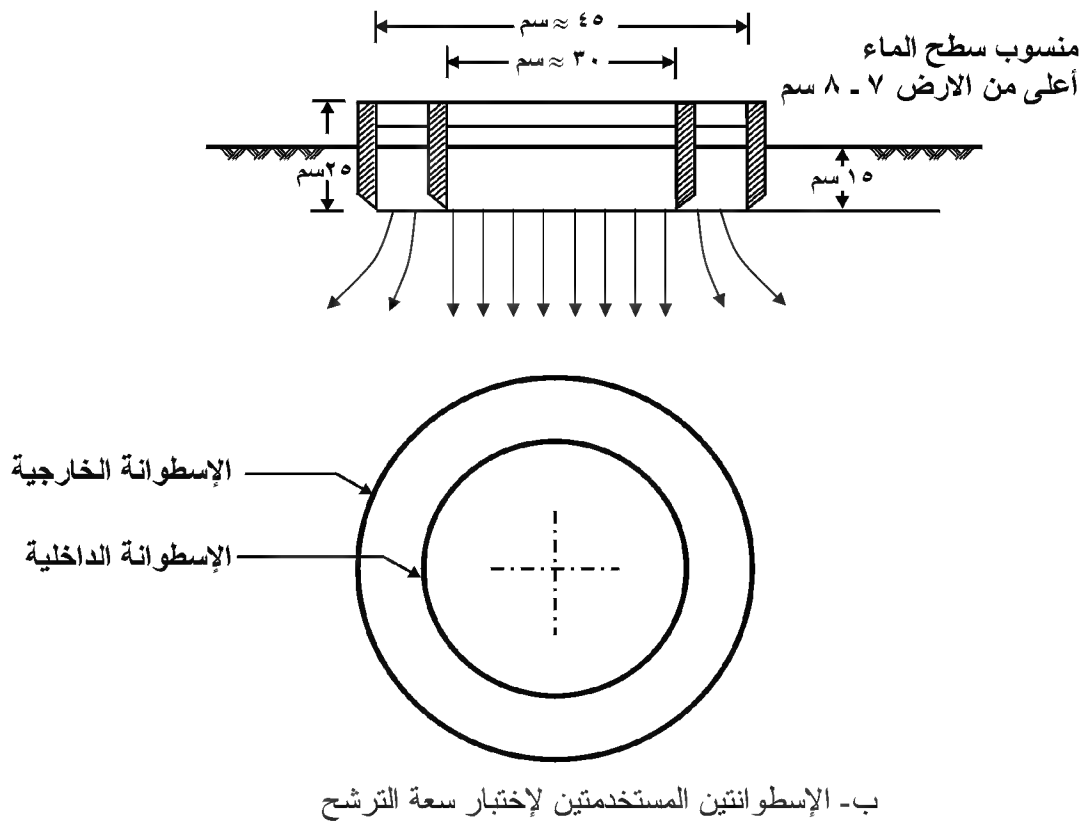
يتم دفع الإسطوانتين فى التربة رأسيا بواسطة مطرقة حتى عمق ١٥ سم تقريبا ، بحيث تكون الإسطوانتان متداخلتين ومتمركزتين وغير مائلتين . ومن الضرورى أن يراعى قدر الإمكان عدم تفكيك التربة أو تقلبها . يتم بعد ذلك الحفاظ على عمق شبه ثابت للمياه بهما طوال التجربة . من المناسب أن يتراوح هذا العمق من ٥ ~ ٨ سم . ومن الممكن أن يتم ذلك كما يلى :

١- يتم وضع علامتين ثابتتين سفلى وعليا على الجدار الداخلى للإسطوانة الداخلية والخارجية على إرتفاعات ٧ سم و ٨ سم على التوالى من سطح الأرض .

٢- يتم إضافة المياه بالإسطوانة الخارجية حتى يصل منسوب سطح الماء للعلامة العليا عند بداية التجربة « وكذلك تتم إضافة المياه عند هبوط سطح الماء للعلامة السفلى . أى يتم الحفاظ على منسوب سطح الماء بين الإسطوانتين على منسوب شبه ثابت يتراوح من ٧ إلى ٨ سم بصفة دائمة .



أ- تغير سعة ترشح التربة مع الزمن



شكل رقم (٦ - ٧) إختبار سعة الترشح للطبقات السطحية بمخر السيل

٣- فى نفس الوقت يتم إضافة المياه فى الاسطوانة الداخلية بحيث يتم الحفاظ على منسوب المياه بين العلامتين السفلى والعليا أيضا . ويجب استخدام أداة مناسبة (مثل المخبر المدرج) لإضافة المياه وذلك لتحديد حجم الماء المضاف ويتم تسجيل الزمن عند إضافة المياه وذلك من بدأ التجربة.

٤- يتم الإستمرار فى التجربة حتى الوصول إلى ثبات قيمة معدلات إضافة المياه.

٥- يتم حساب معدل الترشح المتوسط كالتالى:-
حجم الماء المضاف فى فترة زمنية معينة

معدل الترشح = $\frac{\text{مساحة مقطع الاسطوانة الداخلية} \times \text{الفترة الزمنية المعينة}}{\text{حجم الماء المضاف فى فترة زمنية معينة}}$

٦- يتم تخفيض سعة الترشح بمجموعة من القيم الاختيارية لكى تمثل قيم معدل الترشح المتوقعة كما هو موضح بالجدول (٤-٦) .

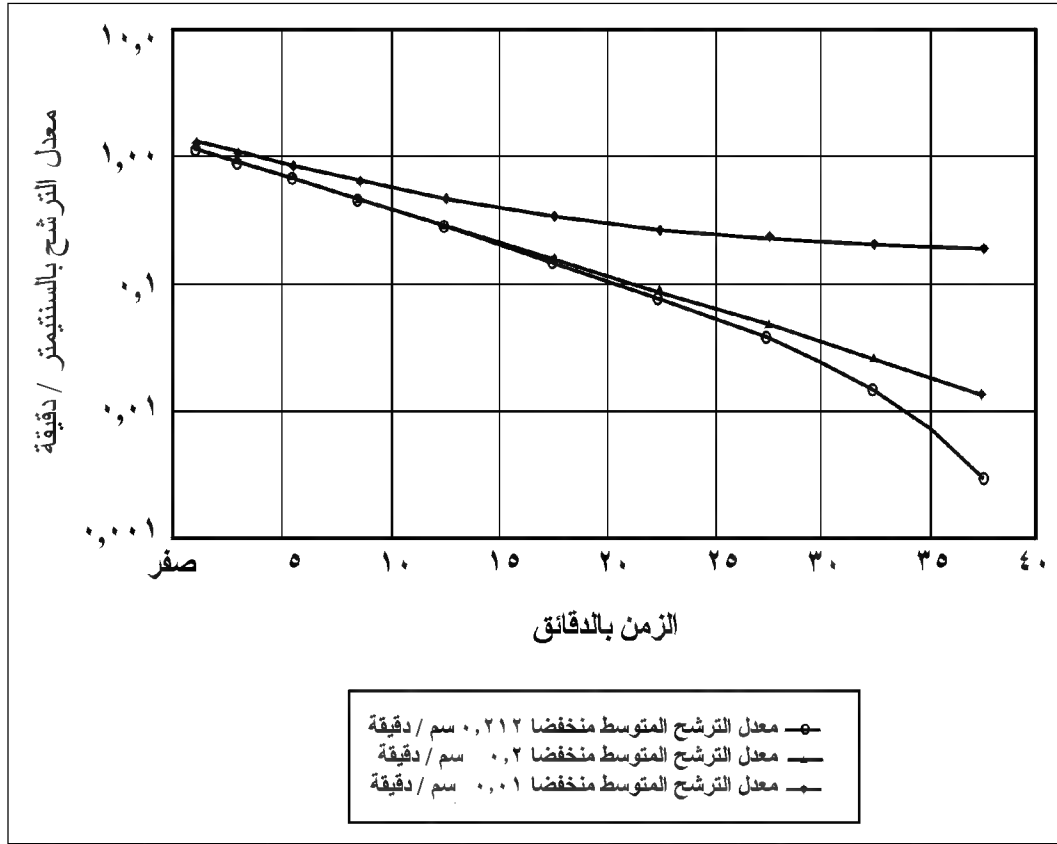
٧- يتم توقيع القراءات التى تم الحصول عليها على منحنى لوغارىتمى كما هو موضح بشكل (٨-٦) . أو أفضل تقدير لقيمة سعة الترشح الثابتة (Icc) هى القيمة التى ينتج عنها منحنى أقرب ما يمكن إلى الخط المستقيم كما فى شكل (٨-٦) .

ويوضح الجدول رقم (٤-٦) والشكل رقم (٨-٦) نتائج إختبارات سعة الترشح مع تحليل البيانات الخاصة بها .

جدول رقم (٤-٦) نتائج تحليل إختبار النفاذية

Time (Minutes)	Volume Added cm ³	Average * Infiltration Rate (cm/min)	Intermediate Time (Minutes)	Average Infiltration (Reduced by) fc = 0.212	Average Infiltration (Reduced by) fc = 0.20	Average Infiltration (Reduced by) fc = 0.01
0	0					
2	1925	1.36	1.00	1.15	1.16	1.35
4	1575	1.11	3.00	0.90	0.91	1.10
7	1872	0.88	5.50	0.67	0.68	0.87
10	1435	0.68	8.50	0.46	0.48	0.67
15	1779	0.50	12.50	0.29	0.30	0.49
20	1295	0.37	17.50	0.15	0.17	0.36
25	1030	0.29	22.50	0.08	0.09	0.28
30	884	0.25	27.50	0.04	0.05	0.24
35	804	0.23	32.50	0.02	0.03	0.22
40	760	0.22	37.50	0.00	0.02	0.21

* Diameter of inner ring = 30 cm



شكل رقم (٦ - ٨) تحليل نتائج اختبار النفاذية لتحديد قيمة معامل النفاذية النهائي

٣-٣-٦ الرفع المساحي للقطاعات العرضية والقياسات الحقلية عند مصب الوادي

عند عمل الدراسات الخاصة بالسيول ، عادة يتم استخدام الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية والعديد من البيانات التي يمكن الحصول عليها مكتبياً . ولكن يجب على المصمم والدارس أن يقوم بزيارة ميدانية للتعرف على الظروف الطبيعية والطبوغرافية عند مصب السيل عند المنطقة المطلوب حمايتها وذلك على أدنى تقدير . وبناء على هذه الزيارة يتم تجميع العديد من البيانات الحقلية الأساسية وهي بالتحديد :

أ - عمل رفع مساحي لمجموعة من القطاعات العرضية عند المصب ويمكن استخدام البيانات التالية للإسترشاد :

- يجب أن تغطي القطاعات العرضية منطقة من المخر الرئيسي لا يقل طولها عن عشرة أضعاف عرض المخر .

- المسافة بين القطاعات العرضية تساوى تقريباً نصف عرض المخر.

- يتم ربط مناسب هذه القطاعات في الإتجاه الطولي للوادي وذلك للتعرف على ميل المخر الرئيسي قرب المصب .

- يتم عمل حفرة مناسبة بعمق يتراوح من متر إلى ثلاثة أمتار وذلك في أحد المناطق المنخفضة نسبياً على هذه القطاعات ، وذلك للتعرف على نوعية وتدرج المواد الرسوبية وتباينها في الاتجاه

- الرأسى . يمكن الإستدلال من هذه الرواسب على مدى التباين فى شدة السيول من فترة زمنية لأخرى .
- يتم أخذ عينات من التربة السطحية وتحليلها لمعرفة تدرجها الحبيبي ، وهذا التدرج الحبيبي يتم إستخدامه للإسترشاد فى تقدير كميات المواد الرسوبية التى يجرفها السيل .
- ب - تقييم معامل الإحتكاك لسريان المياه السطحية :
- عند حساب عمق وسرعة إندفاع مياه السيل بالقرب من المصب فإنه يلزم تقدير قيمة معامل خشونة مجرى السيل . فمثلا عند إستخدام معادلة ماننج لحساب سرعة المياه (V) أو عمق المياه (y) بمعلومية التصريف (Q) فإنه يلزم تحديد قيمة المعامل (n) والمرتبطة بخشونة المجرى . سيتم توضيح كيفية إستخدام معادلة ماننج فى بند ٦-٤-١ .
- ومن الجدير بالذكر فإنه فى حالة عدم وجود قياسات حقلية للتصرفات وأعماق المياه اثناء العواصف المختلفة فإنه قد لا يمكن تحديد قيمة (n) بصورة قاطعة . لذلك فإنه يمكن إستخدام الطريقة المبسطة التالية لتقدير (n) :
- فى حالة وجود نسبة كبيرة من الأحجار والصخور ذات أقطار أكبر من ٥ سم تغطى معظم أجزاء مخر السيل فإنه يمكن إستخدام الجدول رقم (٦ - ٥) لتقدير قيمة (n) .
- فى حالة عدم وجود تربة زلطية بنسب كبيرة فإن قيمة (n) قد تتغير من عاصفة إلى أخرى حسب تشكيلات قاع مجرى السيل . لذلك يمكن إعتبار أن قيمة (n) ستتغير أثناء العاصفة الواحدة ، لذلك تستخدم القيم التالية :

(عند حساب أقصى سرعة محتملة) $n = 0.020$

(عند حساب أقصى عمق متوقع) $n = 0.040$

جدول رقم (٦ - ٥)

تقدير قيمة معامل ماننج لخشونة المجرى فى حالة وجود رواسب خشنة تغطى مجرى السيل .

الحجم الممثل للرواسب التى تغطى المجرى (D ₆₅) (سنتيمتر)	قيمة معامل الخشونة (n)
١	٠,٠١٩
٥	٠,٠٢٥
١٠	٠,٠٢٨
٢٠	٠,٠٣٢
٤٠	٠,٠٣٥
٦٠	٠,٠٣٨
١٠٠	٠,٠٤١

تم إعداد هذا الجدول باستخدام معادلة (Strikler Equation)

٤.٣.٦ الدراسات الجيولوجية

عند عمل دراسات السيول فإنه يجب على المصمم التعرف على كل مما يلي :

- الجيولوجيا السطحية للوادي المطلوب دراسته.
- أهم التراكيب الجيولوجية وبخاصة عند المواقع المتوقع إنشاء سدود عندها .

أولاً : الجيولوجيا السطحية للوادي

عادة ما يتم استخدام اختبار النفاذية الوارد ببند (٢-٣-٦) لتقدير قيمة معدل التسرب لمياه الأمطار داخل التربة ، وعادة ما يصعب تكرار اختبار النفاذية لعدد كاف من المواقع داخل الوادي وخاصة في المناطق الجبلية خارج مجارى السيول لذلك فإنه يلزم إعداد وصف متكامل للطبقات السطحية التي تغطي منطقة تجميع الأمطار بواسطة جيولوجى متخصص . ويتم إعداد هذا الوصف بناء على الخرائط الجيولوجية المتاحة أو الصور الجوية أو الزيارات الميدانية إذا لزم الأمر .

وبناء على معرفة الطبقات السطحية فإنه يمكن زيادة أو خفض قيمة معدل التسرب النهائى للوادي (f_c) ، وذلك بصورة تقديرية حسب معرفة المصمم ما إذا كانت هذه الطبقات منفذة للمياه أم صماء . ومن الجدير بالذكر أنه يوصى عادة بعدم زيادة قيمة (f_c) عن القيمة المبنية على اختبار النفاذية ، وذلك نظراً لأن اختبار النفاذية يتم عادة في تربة رسوبية مخلخلة وعادة ما يكون لها أكبر نفاذية بالوادي .

ثانياً : التراكيب الجيولوجية

إن وجود بعض التراكيب الجيولوجية مثل الفوالق والطيات قد يؤثر وبصورة أساسية عند اختيار نوع ومواقع الأعمال الصناعية التي قد يلزم استخدامها للحماية من السيول . لذلك فعند عمل دراسات تفصيلية للسيول يجب أن يتم تحديد الجيولوجية التركيبية للمنطقة مع عمل مسح تفصيلي للمنطقة المحيطة بالمواقع التي يمكن إقامة أعمال صناعية بها ، وعادة ما يتم ذلك بواسطة جيولوجى متخصص ويجب أن تؤخذ نتائج المسح الجيولوجى فى الاعتبار عند تخطيط وتصميم منشآت الحماية من السيول ، وبخاصة السدود التي قد يتم تنفيذها بغرض حجز وتخزين المياه .

٤.٦ الطرق العددية لحساب تصرفات الوديان

عادة ما تحدث السيول بمصر نتيجة عواصف الربيع والخريف ، وتصل مساحة السحابة الممطرة في هذا النوع من العواصف إلى حوالى ٢٥ كم^٢ . لذلك ففي حالة الوديان الصغيرة نسبياً والتي تقل مساحتها عن حوالى ٢٥ كم^٢ فمن الممكن افتراض أن السحابة الواحدة قد تغطي مساحة الوادي بالكامل وبشدة شبه منتظمة على جميع أجزائه . ومن ناحية أخرى فمن الصعب أن تغطي سحابة واحدة الوديان الكبيرة نسبياً والتي تزيد مساحتها عن ٢٥ كم^٢ ، لذلك ففي الوديان الكبيرة عادة ما تحدث السيول نتيجة هطول الأمطار على بعض أجزاء الوداي دون الأخرى .

١.٤.٦ الحسابات الهيدرولوجية للوديان أقل من ٢٥ كيلو متر مربع

فى حالة الوديان الصغيرة يمكن اعتبار أن العاصفة الممطرة ستستمر لفترة زمنية أكبر من زمن تركيز الوادي (وهو الزمن اللازم لوصول الأمطار الزائدة والساقطة على أبعد منطقة بالوادي إلى المصب) وأن شدة المطر يمكن اعتبارها منتظمة طوال مدة العاصفة وعلى إتساع الوادي . لذلك يمكن استخدام الطريقة المنطقية لحساب التصرفات وذلك حسب الخطوات التالية :

- أ - يتم إختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية (T) حسب البند ٢-٢-٦ .
 ب - يتم حساب عمق المطر (D) المناظر للزمن التكرارى وذلك حسب ما ورد بالبند ٣-٢-٦ .
 ج - يتم حساب زمن التركيز للوادي من المعادلة التالية :

$$T_c = \frac{1}{52} \frac{L^{1.15}}{H^{0.385}} \quad (6-2)^{(4)}$$

حيث :

- T_c = زمن التركيز بالدقائق .
 L = طول أقصى مسار للمياه بالأمتار ، أى المسافة بين أبعد نقطة على حدود الوادى ونقطة المصب .
 H = أقصى فرق فى مناسيب الأرض الطبيعية داخل الحوض بالأمتار .

- د - يتم استخدام عمق المطر (D) وزمن التركيز (T_c) لتحديد أقصى شدة للأمطار المتوسطة (I) المتوقعة أثناء العاصفة التصميمية ، وذلك باستخدام المنحنيات بشكل رقم (٦ - ٩) ⁽⁵⁾ .

ملحوظة :

هذه المنحنيات تم إستنباطها باستخدام بيانات الأمطار المسجلة بواسطة محطات وزارة الموارد المائية بشبه جزيرة سيناء ، ونظرا لعدم وجود منحنيات مماثلة للأجزاء المختلفة من مصر فقد تم تعميمها على مصر بالكامل .

- هـ - يتم تقدير أقصى تصرف محتمل من الوادى عن طريق تطبيق المعادلة الخاصة بالطريقة المنطقية (Rational Method) :

$$Q = CAI \quad (6-3)$$

حيث :

- Q = أقصى تصرف للسيل (متر مكعب / ثانية) .
 C = معامل تصريف الحوض ويمكن إعتبار ($C = 1$) فى حالة الوديان الصغيرة .
 A = مساحة حوض تجميع الأمطار (متر مربع) .
 I = أقصى شدة مطر متوقعة خلال زمن تركيز الوادى مقدرة بالمتري / ث .

- و - يتم استخدام التصريف Q وبيانات القطاع العرضى والميل الطولى ومعامل الخشونة التى سبق رفعها عند مصب الوادى (بند ٣-٣-٦) وذلك لحساب عمق المياه المتوقع (Y) عن طريق التعويض فى معادلة ماننج :

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (6-4)$$

(4) Chow, V.T., Maidment D.R & Mays, L.W. "Applied Hydrology"

Mc - Graw Hill Book Co. Inc. 1988 page 500

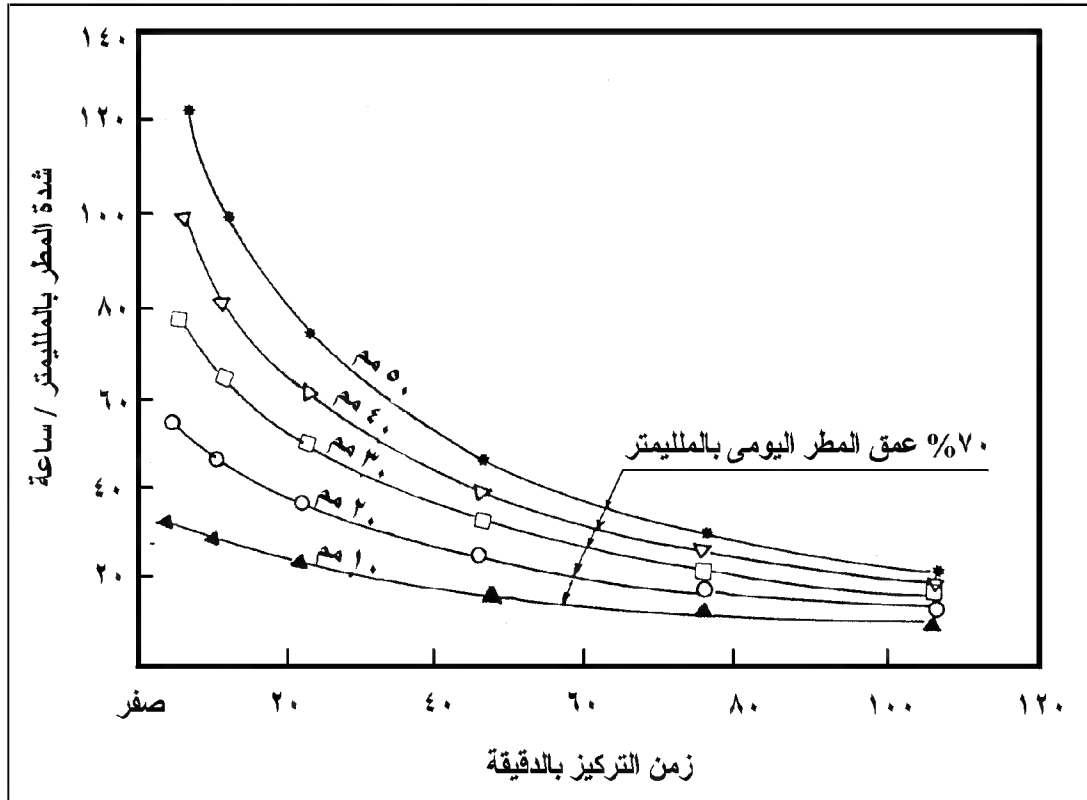
(5) Abdel Aziz " Representative Rainfall Pattern Suitable for Hydrologic Design in Sinai Peninsula " M.Sc. Irrigation and Hydraulics Dep. Cairo University. Giza Egypt February 1994.

حيث :

$$\begin{aligned}
 n &= \text{معامل الخشونة (ماتج).} \\
 R &= \text{نصف القطر الهيدروليكي} = (\text{مساحة القطاع}) \div (\text{المحيط المبتل}). \\
 S &= \text{الميل الطولي لقاع مخر السيل بالقرب من المصب}. \\
 A &= \text{مساحة القطاع المائي}.
 \end{aligned}$$

ويتم حل هذه المعادلة عن طريق فرض قيمة تقريبية للعمق (Y) ثم حساب كل من مساحة القطاع والمحيط المبتل والتعويض في المعادلة (3-6) لحساب التصريف ، ويتم تكرار المحاولة عن طريق فرض قيم مختلفة للعمق (Y) حتى يتساوى التصريف المحسوب من معادلة ماننج مع تصريف الوادى Q المحسوب بناء على بيانات العاصفة التصميمية .

ز - فى حالة الرغبة فى تقدير الشكل الكامل لمنحنى التصريف مع الزمن ، فإنه يمكن إستخدام أى من الطرق التقليدية المتاحة فى المراجع . وتجب مراعاة أن النتائج التى سيتم الحصول عليها هى نتائج تقريبية بالدرجة الأولى ، وذلك حتى يتم إستنباط طريقة ومعايرتها بإستخدام الظروف المصرية .



شكل رقم (٦ - ٩) منحنيات شدة المطر لكل زمن تركيز وأعماق عواصف مختلفة

٢-٤-٦ الحسابات الهيدرولوجية للوديان أكبر من ٢٥ كيلو متر مربع

فى حالة الوديان الكبيرة نسبيا لا يصح إفتراض تساوى شدة المطر على الأجزاء المختلفة من الحوض أو ثباتها مع الزمن . كذلك عادة ما يمكن تقسيم الوادى إلى مجموعة من الوديان الأصغر نسبيا والتى قد تتباين فى خواصها الهيدروليكية من حوض إلى آخر . ومن ناحية أخرى فإن حركة مياه السيل فى مجرى الوادى الرئيسى لمسافات طويلة نوعا قد تعمل على تكوين موجة مفاجئة (Bore) أو قد تعمل على

إضعاف شدة إندفاع المياه وذلك حسب الخواص الهيدروليكية للمجرى . لذلك لا يصح تعميم أحد المعادلات البسيطة على جميع الوديان ذات المساحات الكبيرة نسبيا . ولكن يجب عمل دراسات تفصيلية للوادي باستخدام نموذج عددي مناسب . ويجب أن تحتوى هذه الدراسة على العناصر التالية :

- أ - تقسيم الوادى إلى مجموعة من الأحواض الصغيرة نسبيا والتي لا تزيد مساحة أى منها عن حوالى ٢٥ كيلو متر مربع .
- ب - عمل عدد مناسب من إختبارات النفاذية لكل حوض على حدة لتحديد نسبة المتسرب من الأمطار إلى ما تحت الطبقة السطحية .
- ج - عمل رفع مساحى لقطاعات كل من مخرات السيول عند مصبات هذه الأحواض وكذلك عند مصب الوادى الرئيسى . يمكن رفع عدد محدود من القطاعات وتقدير الباقي باستخدام بعض المعادلات الجيومورفولوجية المناسبة فى حالة توافرها .

- يجب أن يحتوى النموذج الرياضى المستخدم لحسابات السيول فى الوديان الكبيرة على مايلى :
- إمكانية التعامل مع عدد من الأحواض الصغيرة (الناتجة عن تقسيم الحوض الكبير إلى أحواض متماثلة) مع إمكانية عمل الحسابات المطلوبة لكل حوض على حدة ، مثل إمكانية التغيير فى شدة المطر من حوض لحوض .
 - إمكانية التعامل مع نفاذية الطبقة السطحية مباشرة مع تغيير البيانات المطلوبة لحساب نفاذية الطبقات السطحية المباشرة من حوض إلى حوض .
 - نموذج مناسب لتحويل المطر الزائد لكل حوض على حدة إلى منحنى للتصرف مع الزمن .
 - نموذج مناسب لعمل محاكاة لحركة المياه فى القنوات المكشوفة (Channel Flow Routing) ويمكن إستخدام أحد النماذج الهيدرولوجية المبسطة ، أو الصورة الكاملة لمعادلات السريان غير المنتظم والمتغير مع الزمن فى القنوات المكشوفة (St. Venant Equations) .
 - فى حالة إستخدام الطرق الهيدرولوجية المبسطة لعمل محاكاة فى القنوات المكشوفة ، يجب عمل دراسة منفصلة لتحديد إمكانية تكوين الموجة المفاجئة من عدمه (Bore) .

٣-٤-٦ تقدير كميات المواد الرسوبية

تحمل مياه السيول أثناء إندفاعها كميات من المواد الرسوبية ذات أحجام متباينة . وعادة يؤدى ترسيب هذه المواد إلى فقد السعة التخزينية للسدود أو حتى قنوات التحويل التى قد تستخدم للحماية من السيول لذلك من الضرورى تقدير كمية المواد الرسوبية المتوقع تحركها مع مياه السيول عند تصميم أعمال حماية مناسبة . وتعتمد كمية المواد الرسوبية بمخر السيل على مجموعة من العوامل المتداخلة مثل طبيعة وجيولوجية الطبقات السطحية بالوادي ، ميل و إنحدارات السطح ، شدة الأمطار أثناء العاصفة وتكراريتها ، تأثير الرياح ودرجات الحرارة - النشاط الإنسانى بالمنطقة إلخ . ونظرا لتعدد هذه المؤثرات وتباينها من موقع لآخر داخل الوادى الواحد ، فإن المعادلات الرياضية التى قد يتم إستنباطها لأحد الوديان قد لا تكون مناسبة لوادى آخر . لذلك فإنه قد لا يمكن تقدير كمية المواد الرسوبية بدقة إلا إذا توفرت قياسات مستمرة لكميات المياه والمواد الرسوبية الناتجة من الوادى وذلك لفترات قد تمتد لعشرات السنين . أى أن هذه القياسات يجب أن تمتد لتغطى كل من العواصف الصغيرة والعواصف الكبيرة نسبيا .

وعادة فإن هذه النوعية من القياسات لا تتوفر إلا فى بعض الحالات النادرة . لذلك فعلى المصمم تقدير كمية المواد الرسوبية بأحد الطرق المناسبة ، ويمكن على سبيل المثال إتباع الخطوات التالية :

- يتم تقسيم منحنى التصرف مع الزمن إلى مجموعة من التصرفات الثابتة (q_i) عددها m كما هو موضح بالشكل رقم (٦-١٠) .

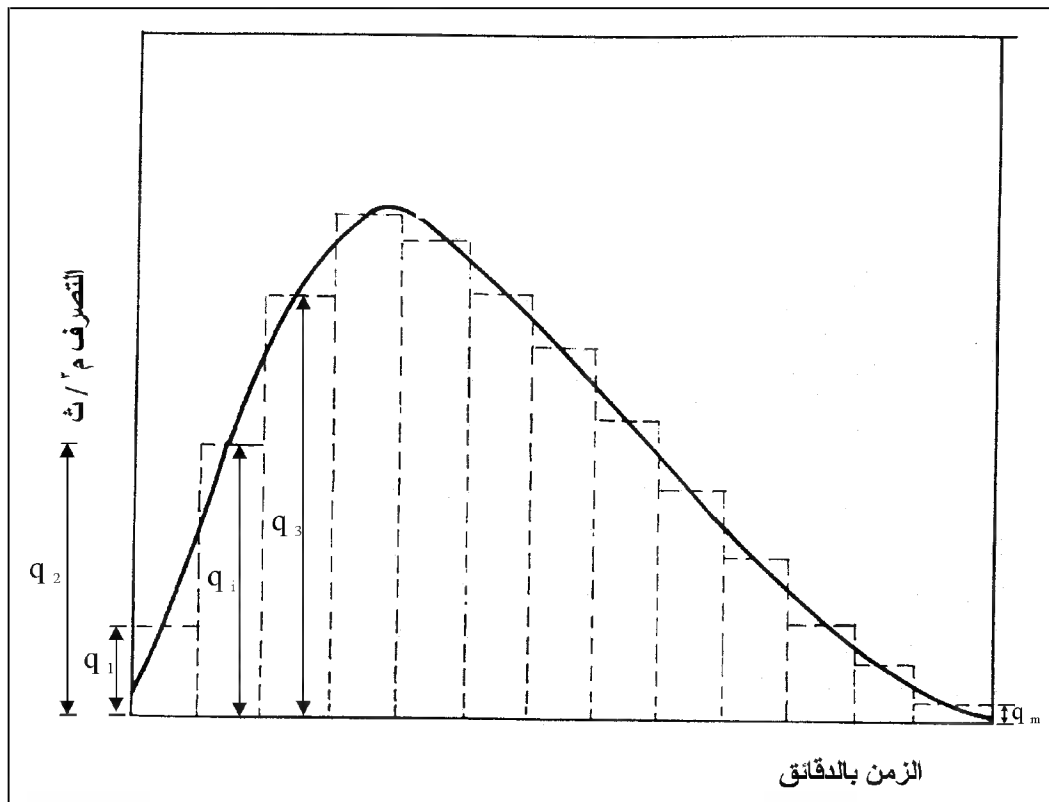
- يتم حساب تركيز المواد الرسوبية C_I المناظر لكل تصرف وذلك باستخدام المعادلات (6-3 , 6-2) التي سبق ذكرها في الباب ٦-٤-١ .
- يتم حساب حجم المواد الرسوبية (V_s) المتوقع وصولها مع مياه السيل من المعادلة التالية :

$$V_s = \frac{1}{s.g.} * \sum_{i=1}^m q_i * c_i$$

حيث : s.g. هى الوزن النوعى للمواد الرسوبية بالمخر .

وتجب ملاحظة أن حجم المواد الرسوبية الذى يتم تقديره بواسطة المعادلة السابقة هو حجم تقديرى ويجب أن يستخدم للإسترشاد فقط ، ويرجع ذلك لعدد من الأسباب أهمها أن المعادلات المستخدمة لتقدير c_i تفترض عدم تغيير التصريف (q_i) مع الزمن ، وهو ما لا يحدث أثناء السيول . كذلك فإن قيم (q_i) نفسها هى قيم محسوبة بطرق تقريبية .

لذلك يجب على المصمم وضع مواصفات للخطوات التى ستتبع لمتابعة كمية المواد الرسوبية التى ستتجمع بالفعل أمام منشآت الحماية من السيول وذلك على مدار عمر المنشأة ، وكذلك وضع برنامج دورى لمتابعة وصيانة المنشآت والتخلص من المواد الرسوبية الزائدة إذا لزم الأمر .



شكل رقم (٦ - ١٠) تقسيم منحنى التصريف مع الزمن إلى مجموعة من التصريفات الثابتة بغرض حساب كميات المواد الرسوبية

الباب السابع الأعمال المساحية

١.٧ مقدمة

القياسات والخرائط المساحية هي الوسيلة الوحيدة لتوفير العناصر الأساسية التي تشكل الخطوة الأولى في الدراسات والمخططات التي تتطلبها مشروعات التنمية .. وتساعد دقة تلك القياسات والخرائط في التخطيط والتنفيذ الأمثل لمخططات تحقيق الاستفادة الكاملة للموارد المائية في الدولة .

وكانت الأعمال المساحية خلال عهود الفراعنة ومن تلاهم حتى أيام الفتح الإسلامى عبارة عن رصد إرتفاع مياه النيل فضلا عن قياس الأراضى ، أما الخرائط المساحية فلم تعرف خلال هذه الفترات وفى عصر محمد على بدأ التفكير فى إنشاء الخرائط التفصيلية للأراضى الزراعية وكذلك إنشاء الخرائط الطبوغرافية وخاصة فى إنشاء منطقة القناطر الخيرية .

وإستمرت هذه المحاولات حتى عام ١٨٩٨ عندما أنشئت مصلحة المساحة فى يونية ١٨٩٨ - حيث بدأ إنشاء الخرائط والأعمال المساحية على أسس علمية ، وحتى منتصف القرن العشرين - وكانت الخرائط المساحية الأساسية من مقياس ١ : ٢٥٠٠ ، ١ : ٢٥٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠٠ - التى تنشئها المصلحة - وهى الوسيلة الوحيدة لتوفير العناصر الأساسية التى تشكل الخطوة الأولى فى الدراسات والمخططات التى يتطلبها التخطيط العام لمشروعات الري والصرف .

وفى أواخر الستينات - ومع التوسع فى مشروعات الري والصرف - بدأ التفكير فى تنفيذ مشروع الصرف المغطى ومشروعات تطوير الري ودراسات الشواطىء والنحر فى مجرى النيل ، وكان لابد من توافر خرائط أكثر تفصيلا .

ومع التوسع فى إستخدامات الكمبيوتر - ومع التطورات الكبيرة فى أساليب تخطيط المشروعات - كانت هناك تغيرات فى أساليب العمل المساحى لكى تحقق سهولة توافر البيانات الأساسية التى تتطلبها التخطيط السليم لمشروعات الري والصرف .

ومن هذا يتضح مدى العلاقة الوثيقة بين مشروعات الري والصرف وبين العمل المساحى وأساليبه - تلك العلاقة التى كان المحور الأساسى فيها - هو نهر النيل ومجارى الري والصرف فى مصر - حاليا ومنذ أيام قدماء المصريين .

٢.٧ التعريفات والمصطلحات الفنية المستخدمة فى الأعمال المساحية والخرائط

Definitions and Terminology in Surveying and Mapping

تستخدم فى الخرائط والأعمال المساحية - بعض الرموز والمصطلحات الفنية - نورد فى هذا الفصل بعضا منها - مع شرح للمعنى المقصود منها .

١ - الخريطة الطبوغرافية Topographic Map

هى الخريطة التى تظهر تضاريس الأرض ومعالها الطبيعية كالأنهار والوديان والجبال والبحيرات - ومعالها الصناعية كالمدن والقرى والطرق والسكك الحديدية والترع والمصارف وغيرها .

ويمكن أن تمثل تضاريس الأرض بواسطة الهاشور أو بواسطة نقط المناسيب وخطوط الكنتور وفي هذه الحالة الأخيرة يمكن أن يطلق عليها الخرائط الكنتورية .

٢ - الخريطة التفصيلية أو الكدستريالية Cadastral Map

هي الخريطة ذات المقياس الكبير (١ : ٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠ ، ١ : ٢٥٠٠) - والتي توضح تفاصيل الأراضي الزراعية والمدن وتقسيماتها إلى ملكيات توضح حدودها - ويرفق بهذه الخرائط سجلات توضح أسماء ملاك الأراضي الرسميين ومساحات تلك الملكيات ومستندات الملكية .

٣ - الخريطة الهيدروغرافية Hydrographic Map

هي الخريطة التي توضح تضاريس قاع البحار والأنهار وأعماق المياه فيها ومواقع الجسات - كما تظهر أيضا تضاريس الشواطئ المحيطة بالمياه .

٤ - الخريطة الرقمية Digital or Numerical Map

التعريف الدقيق للخريطة هو مجموعة من النقاط والخطوط مرتبطة ببعضها بإصطلاحات معينة - مرسومة على سطح أفقي (الورق) لتمثل المعالم على سطح الأرض - ولما كانت الخطوط هي في الواقع مجموعة من النقاط - فإنه يمكن أن تعرف الخريطة بأنها مجموعة من النقاط والإصطلاحات مرسومة على سطح الورق لتمثل المعالم على سطح الأرض - وهذه هي الخريطة الخطية Line Map - أما الخريطة الرقمية Digital Map - فهي مجموعة من النقاط والإصطلاحات محفوظة داخل ذاكرة الحاسب الآلي - ويمكن تحديث وإستخراج وتمثيل هذه البيانات في صورة معلومات على شاشة الحاسب الآلي أو مرسومة بإستخدام أجهزة التوقيع الآلية .

٥ - الخريطة المصورة العمودية Orthophoto Map

الصورة تعتبر إسقاط مركزي للمعالم Central Projection - وبالتالي يكون المقياس غير متساوي في جميع النقاط - فإذا أمكن تحويل هذا الإسقاط المركزي إلى إسقاط عمودي Orthogonal Projection - أصبح المقياس صحيحا في جميع نقاط الصورة - وتتحول الصورة إلى خريطة مصورة - التي يمكن أن تضاف إليها خطوط الكنتور والثوابت الأرضية ومسميات المعالم .

٦ - نظام إسقاط الخرائط Map Projection

إسقاط الخرائط هو عملية تمثيل القياسات المساحية التي تقاس على سطح الأرض الكروي - الغير مستوى - على سطح الخريطة المستوي .

وفي مصر يستخدم المجسم الكروي الذي إستنتج هلمرت أبعاده في عام ١٩٠٦ Helmert 1906 Spheroid - لكي يمثل سطح الأرض الذي تتم عليه جميع الحسابات المساحية .

أما نظام الإسقاط المستخدم في مصر - فهو نظام ميروكاتور المستعرض Transverse Mercator .

٧ - شبكات الخرائط Graticule

تحدد الخرائط من خلال شبكتين من الإحداثيات - إحداها جغرافية تمثل خطوط الطول وخطوط العرض والأخرى كيلومترية تمثل محاور الإحداثيات الكيلومترية .

٨ - عناوين وأرقام الخرائط

لكل خريطة عنوان يكون عادة إسم أشهر معلم فى المنطقة التى تمثلها الخريطة . كما ترقم الخرائط بإحداثيى نقطة الركن الجنوبى الغربى فى كل خريطة .

٩ - نقط الثوابت الأرضية Control Points

هى نقط محددة ومثبتة فى الطبيعة لها مواقع (إحداثيات) محددة على سطح الأرض وفى الخريطة . وتستخدم هذه النقط فى رفع المعالم والمشروعات المختلفة من الطبيعة إلى الخريطة أو العكس نوقيعها من الخريطة إلى سطح الأرض .

١٠ - متوسط منسوب سطح البحر Mean Sea – Level

هو المنسوب المتوسط لسطح المياه فى البحار المفتوحة - وينتج عن قياس سطح الماء لمدة طويلة جدا وبأجهزة خاصة - وفى مصر يؤخذ منسوب سطح البحر فى الإسكندرية - وبإعتباره منسوب الصفر - وقد تم تحديده بالقياس يوميا على إمتداد الفترة من عام ١٨٩٨ وحتى عام ١٩٠٦ (ثمانى سنوات) .

١١ - المنسوب Elevation or Level

منسوب أى نقطة هو مقدار البعد الرأسى بين هذه النقطة وبين مستوى مرجعى مثل متوسط منسوب سطح البحر - ويمكن أن يكون هذا المنسوب موجبا - إذا كانت النقطة واقعة أعلى المستوى المرجعى - أو سالبا - إذا كانت النقطة واقعة أسفل هذا المستوى المرجعى .

١٢ - خط الكنتور Contour Line

خط الكنتور هو خط وهمى يصل بين نقط على سطح الأرض لها نفس المنسوب (الإرتفاع) بالنسبة لمستوى مرجعى معين - كسطح البحر مثلا .

وإذا كان سطح الأرض مغمورا بالمياه - كما هو فى حالة البحار والأنهار - فيمكن أيضا تشكيل خطوط كنتورية - وتكون المناسيب (الإرتفاعات) منسوبة هنا أيضا إلى سطح البحر - ويطلق على مثل هذه الخطوط " كنتور الأعماق " .

١٣ - الفترة الكنتورية Contour Interval

يطلق على الفرق بين منسوبى خطين كنتوريين متتاليين - الفترة الكنتورية - ومن المتفق عليه ان تكون الفترة الكنتورية هذه ثابتة فى كل خريطة واحدة .

وكلما كانت الفترة الكنتورية صغيرة - كلما كانت المعلومات " التفصيلات " الموجودة فى الخريطة دقيقة - وكلما كانت الأرض منبسطة - كلما تطلب ذلك صغر الفترة الكنتورية - وذلك كما فى حالة الأرضى الزراعية فى الوادى .

١٤ - إستعمالات خطوط الكنتور

تعتبر خطوط الكنتور من أفضل وأدق الوسائل لبيان تضاريس وإتجاهات سطح الأرض - ومن أهم إستعمالات خطوط الكنتور ما يلى :

- ١ - إعطاء فكرة عامة وبسيطة عن الإرتفاعات والإنخفاضات فى سطح الأرض .
- ٢ - عمل قطاعات طولية وعرضية تبين طبيعة سطح الأرض فى إتجاه معين .

- ٣ - فى مشروعات الطرق والمجارى المائية - تساعد فى إختيار محور المشروع وتقدير كميات الحفر والردم .
- ٤ - تحديد مواقع السدود وتقدير سعتها .

١٥ - الروبير Bench Mark

روبير المساحة أو علامة الميزانية - عبارة عن علامة ثابتة - صناعية فى الغالب - يحدد منسوبها بدقة عالية - لكى تستخدم كمرجع لتحديد مناسيب النقاط الأخرى - وتتحدد مناسيب روبيرات الدرجة الأولى لأقرب ملليمتر - وتتحدد مناسيب روبيرات الدرجة الثانية لأقرب سنتيمتر . والروبيرات المستخدمة فى مصر من نوعين رئيسيين :

الأول :

عبارة عن مسمار من الحديد - قطر ٢ سنتيمتر - له رأس سداسية الشكل - مثبت عادة فى جدار مبنى حكومى أو كوبرى أو قنطرة ومثبت به نصف كرة نحاسية فى أعلى أضلاع الرأس السداسية - ويكون منسوب الروبير هو أعلى نقطة على سطح نصف الكرة .

الثانى :

عبارة عن ماسورة حديدية قطرها ٦ سنتيمتر وبطول حوالى مترين ونصف - وتكون مثبتة فى الأرض بعمق حوالى مترين - وذلك على إمتداد المجارى المائية والطرق - وفى أعلى هذه الماسورة رأس مستديرة يكون منسوب سطحها العلوى هو منسوب الروبير .

١٦ - رخامة الري Gauge

هو مقياس للارتفاعات على شكل مسطرة من الرخام مدرجة كل واحد سنتيمتر مثبتة رأسياً فى المجرى المائى لكى تقرأ إرتفاع سطح الماء فى المجرى عن المستوى المرجعى (متوسط منسوب سطح البحر بإعتباره صفر) .

١٧ - التصوير المساحى

هو نوع من التصوير الدقيق يتم بواسطة آلات تصوير (كاميرات) محدد مواقعها بدقة - إما على سطح الأرض أو مثبتة فى طائرات أو أقمار صناعية - وهذا يؤدى إلى تحديد موقع الصورة ومقياسها .

وهناك نوعيات متعددة من التصوير المساحى من أهمها :

- التصوير المساحى العادى الذى من أهم إستخداماته إنشاء الخرائط المساحية .
- التصوير بالأشعة - مثل الأشعة تحت الحمراء Infra Red - ومن أهم إستخداماته دراسات الأرض وتمييز الحاصلات .

٧-٣ الخرائط والأعمال المساحية التى يتم بموجبها التخطيط العام لمشروعات الري والصرف

كان التخطيط العام لمشروعات الري والصرف يتم فى الفترة منذ بداية القرن وحتى أواخر الستينات بموجب الخرائط المساحية التى كانت تنتجها مصلحة المساحة كخرائط أساسية فى الوادى المنزرع - وهى الخرائط الطبوغرافية من مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠٠ - وذلك علاوة على الخرائط التفصيلية (الكدسترالية) مقياس ١ : ٢٥٠٠ .

وقد بدأ إنشاء هذه النوعيات الثلاثة من الخرائط لأول مرة فى مصر - وبمواصفات فنية سليمة - منذ إنشاء مصلحة المساحة رسميا فى مصر ١٨٩٨ .

ومن المعلوم أن العوامل الجغرافية والطبيعية والأحوال الجوية تؤثر بشكل كبير على نوعيات وأساليب ومواصفات العمل المساحى فى أى منطقة .

وفى مصر تعتبر البلاد عديمة الأمطار وبالتالي فإن الزراعة فيها تعتمد على مياه النيل والمجارى المائية - كما أن الوادى المنزرع يعتبر منبسطا بشكل كبير . لذلك فإن طبوغرافية الأرضى يجب أن تحدد بدقة عالية تكفى لتخطيط مجارى الري والصرف بشكل يحقق الهدف من إنشائها .

وتحقيقا لذلك فقد كانت الخطة التى تقررت لإنشاء الخرائط فى الوادى المنزرع هى أن ترسم أولا الخرائط التفصيلية لتحديد الملكيات الزراعية بمقياس ١ : ٢٥٠٠ وبمواصفات تسمح بقياس الأطوال والمساحات بدقة عالية من الخرائط مباشرة .

أما النوعية الثانية من الخرائط التى تحقق متطلبات الدراسات الميدانية اللازمة لتخطيط مختلف المشروعات فقد تقرر أن تكون بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠ توضح المعالم الطبوغرافية كشبكات الري والصرف العامة والطرق وخطوط السكك الحديدية والتجمعات السكنية كالقرى والمدن - كما توضح تضاريس وطبوغرافية الأرضى فى المنطقة .

أما النوعية الثالثة من الخرائط فكانت بمقياس أصغر هو ١ : ١٠٠٠٠٠٠ .

ولقد كان إنشاء كل هذه الخرائط بالقياس المباشر لكل نوعية على حدة - أمر شبه متعذر وتكاليفه باهظة لذلك فقد كان الإسلوب الأمثل هو أن تنشأ الخرائط التفصيلية من مقياس ١ : ٢٥٠٠ - من القياس المباشر بالكامل - ثم تصغر بالتصوير الدقيق إلى المقاييس الأخرى مع إضافة نتائج القياسات الحقلية للميزانيات والتى تتحدد بموجبها نقط المناسيب وخطوط الكنتور فى الخريطة بحيث تكون الخرائط ممثلة للمعالم الطبيعية والطبوغرافية للمنطقة بدرجة عالية من الدقة المطلوب توافرها فى مثل هذه الخرائط .

١.٣-٧ الخرائط التفصيلية (الكدسترالية) مقياس ١ : ٢٥٠٠ Cadastral Maps

تعتبر هذه الخرائط هى الأولى والأساسية فى مصر فقد بدأ إنشاء هذه الخرائط فى عام ١٨٩٨ عند إنشاء مصلحة المساحة - وإنتهى إنشاؤها وطباعتها وتداولها فى عام ١٩٠٩ لتغطى جميع الأرضى داخل الزمام أو الأرضى التى تخضع لنظام ضرائب الأقطان - والتى بلغت مساحتها من واقع تلك الخرائط حوالى ٧,٥ مليون فدان فى حوالى ٢٥ ألف خريطة منها .

٣٥٠٠	خريطة مقياس ١ : ٤٠٠٠
٢١٥٠٠	خريطة مقياس ١ : ٢٥٠٠

وقد كان الهدف الأساسى من هذه الخرائط هو تحديد الملكيات الزراعية وأسماء ملاكها ، وذلك بهدف تحصيل ضرائب الأقطان .

وفى أوائل العشرينات (عام ١٩٢٢) تقرر إتباع نظام جديد لتسجيل الأرضى يؤدى إلى ضمانات أكثر لإستقرار الملكيات - وتقرر العمل به من خلال إعادة تسكين الملكيات فى خرائط جديدة بدأ إنشاؤها فى

عام ١٩٢٤ - وذلك فيما سمي بالمساحة الحديثة أو المساحة التفصيلية الثانية في مصر (cadastral Resurvey) .
وقد كانت هذه الخرائط تتم على الأسس الفنية التالية :

أولاً : مقياس رسم الخرائط

١ : ٢٥٠٠ فيما عدا بعض الخرائط التي رسمت في الفترة من ١٨٩٨ إلى ١٩٠٠ بمقياس ١ : ٤٠٠٠ .

ثانياً : تاريخ إنشاء الخرائط

الخرائط التفصيلية الأولى من ١٨٩٨ وحتى ١٩٠٩ والخرائط التفصيلية الثانية من ١٩٢٤ وحتى الآن .

ثالثاً : أسلوب إنتاج الخرائط

كان العمل يتم بواسطة القياسات الطولية لحدود قطع الملكيات من خطوط الترافرسات التي كانت تنشأ لهذا الغرض في كل قرية ، والتي كانت تحدد إحداثياتها (الترافرسات) بالربط على شبكات المثلثات في الدولة .

وفي الفترة الأولى (١٨٩٨ - ١٩٠٩) كانت ترسم الخرائط من هذه القياسات بمقياس ١ : ٢٥٠٠ .

وفي الفترة الثانية (ابتداء من ١٩٢٤) كانت الخرائط الأصلية ترسم بمقياس ١ : ١٠٠٠ ثم تصغر بالتصوير الدقيق إلى مقياس ١ : ٢٥٠٠ للتداول . وهذا يحقق دقة أعلى في الخرائط المتداولة .

رابعاً : استخدامات هذه الخرائط

تستخدم هذه الخرائط في المجالات التالية :

- ١ - حصر الأراضي والمحاصيل الزراعية .
- ٢ - تحديد الملكيات الزراعية وأسماء ملاكها .
- ٣ - تحديد الملكيات التي تنزع ملكياتها لمختلف الأغراض .
- ٤ - التخطيط التفصيلي لمشروعات الري والصرف .
- ٥ - تحديد الملكيات والملاك المستفيدين من مشروعات الصرف المغطى وتطوير الري وغيرها بهدف تحسين التكاليف .

٢.٣.٧ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ Topographic Maps

بدأ التفكير في إنشاء هذه الخرائط في الوادي المنزرع في عام ١٩٠٣ - لكي توضح المعالم الطبوغرافية كشبكات الري والصرف والطرق والسكك الحديدية والتجمعات السكنية كالمدين والقرى - كما توضح تضاريس وطبوغرافية الأرض بواسطة نقاط المناسيب وخطوط الكنتور التي ترسم بفواصل كنتوري واحد متر . ونصف متر بالتناسب .

ويجرى إنشاء هذه الخرائط من خلال تصغير الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠ مما يوفر جزءاً من دقة القياس الذي تتم بموجبه الخرائط التفصيلية مقياس ١ : ٢٥٠٠ في الخرائط المصغرة .

وقد تمت تغطية كاملة للأراضي المنزرعة من هذه السلسلة من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ حتى عام ١٩٤٨ .

وتتم مراجعة هذه الخرائط وتجديدها من الطبيعة وإعادة طباعتها على فترات كل ١٠ إلى ١٥ سنة حتى تظل ممثلة للطبيعة ومسجلة للتغيرات والمستجدات التى تحدث فى الطبيعة من وقت لآخر . وقد كانت هذه الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ فى الوادى المنزرع تتم على الأسس الفنية التالية :

أولا : مقياس رسم الخريطة ١ : ٢٥٠٠٠

ثانيا : تاريخ إنشاء الخرائط
بدأ إنشاء هذه الخرائط فى عام ١٩٠٣ و إنتهى تغطية الوادى المنزرع بكامله عام ١٩٤٨ .

ثالثا : أسلوب إنتاج هذه الخرائط
١ - تصغير الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠ بالتصوير الدقيق إلى مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ .

٢ - مراجعة الخرائط المصغرة حقليا فى الطبيعة وتحديث المعالم فيها .

٣ - إضافة قياسات الميزانية الحقلية إليها .

٤ - رسم الخرائط المحدد عليها المعالم والمضاف إليها بيانات الميزانيات ورسم خطوط الكنتور عليها بفواصل كنتورى متر واحد ونصف فى بعض المناطق .

٥ - تصغير هذه الخرائط من مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ إلى مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ وطباعتها .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط :
تتوافر فى هذه الخرائط جميع متطلبات التخطيط العام لمشروعات الري والصرف المفتوح . كما يمكن تحديد زمامات الترع والمصارف بموجب هذه الخرائط .

٣-٣-٧ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠

Topographic Maps 1 : 100000

هذه النوعية من الخرائط هى نسخة مصغرة من الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ .

ولما كانت الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ فى الوادى المنزرع تتم مراجعتها حقليا وتجديد المعالم فيها على فترات من ١٥ إلى ٢٠ سنة - فإن الخرائط مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ يتم إعادة طباعتها بعد إدخال المتغيرات عليها من خلال الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ .

وقد كانت هذه الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ فى الوادى المنزرع - تتم وفق الأسس الفنية التالية :

أولا : مقياس رسم الخريطة ١ : ١٠٠٠٠٠

ثانيا : تاريخ إنشاء الخرائط
بدأ إنشاء هذه الخرائط فى الوادى المنزرع حوالى ١٩١٦ ثم جرى إمتدادها إلى المناطق المتاخمة للوادى المنزرع حوالى عام ١٩٢٥ .

ثالثا : أسلوب إنتاج هذه الخرائط
تنتج هذه الخرائط من خلال تصغير الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ بالتصوير الدقيق - إلى مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ ثم طبعتها بالمقياس الجديد .

وبالنسبة للمناطق الصحراوية المحيطة بالوادى المنزرع فكانت تنتج بأساليب القياس التاكيومترى إلى مقياس ١ : ٨٠٠٠٠ ثم تصغر بالتصوير الدقيق إلى مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠٠ قبل طباعتها .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط
تتوافر فى هذه الخرائط جميع متطلبات التخطيط العام لمشروعات الري والصرف .
كما أن هذا النوع من الخرائط هو أنسب المقاييس لتحديد زمامات الترع والمصارف بموجبها .

٤-٣-٧ الميزانيات وروبيرات الميزانية Levelling and Bench Marks
نظرا لإستواء الأراضي الزراعية فى وادى النيل - ونظرا لأن نظام الري والصرف يتم من خلال مجارى مائية - لذلك فإن مناسيب الأراضي وإنحدارات المجارى المائية تتطلب قياسات دقيقة للميزانية - لذلك فإن الميزانيات والروبيرات تشكل عنصرا أساسيا ضمن الأعمال المساحية التى تخطط على أساسها مشروعات الري والصرف .

وفى عام ١٩١٢ بدأت مصلحة المساحة إنشاء الميزانيات الشبكية ورسم خطوط الكنتور كل نصف متر فى الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ التى بدأت المصلحة - فى ذلك الوقت - فى إنشائها لتغطية الأراضي الزراعية فى وادى النيل .

كما تم أيضا بموجب روبيرات الميزانية الدقيقة فى الأراضي الزراعية - إنشاء - رخامات ومقاييس مدرجة مثبتة فى أماكن مختلفة من مجرى النيل والمجارى المائية لتحديد مناسيب سطح المياه فى هذه المجارى .

وفى عام ١٩٣٦ تم إعادة قياسات الميزانيات فى الوادى بهدف تحسين مستويات الدقة حتى أصبحت تحقق المواصفات المعمول بها عالميا .

٤-٧ التوسعات فى مشروعات قطاع الموارد المائية والرى وما تتطلبه ذلك من تغييرات فى نوعيات الخرائط وإنشاء نوعيات أخرى منها :

خلال النصف الثانى من القرن العشرين - ومع تنفيذ مشروع السد العالى - توسعت مشروعات قطاع الموارد المائية والرى لتشمل تنفيذ مشروع الصرف المغطى فى الأراضي الزراعية ومشروع تطوير

الري . وعندما أنشئ مركز البحوث المائية بدأت دراسات تأثير السد العالى على مجرى النيل . ثم أنشئت هيئة خاصة تختص بدراسات تآكل الشواطئ الشمالية وحمايتها من التآكل .

لذلك كله لم تعد الخرائط الطبوغرافية من مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠٠ كافية لكى تحقق متطلبات التخطيط والتنفيذ لتلك المشروعات - وأصبح لزاما مع هذه التوسعات المتعددة أن تنشأ نوعيات خاصة من الخرائط السابقة يمكن أن تحقق بموجبها متطلبات الدراسات لتخطيط وتنفيذ تلك المشروعات .

٧-٤-١ الخرائط الكنتورية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ الخاصة بمشروعات الصرف المغطى وتطوير الري

فى أواخر الستينات بدأ تنفيذ مشروع الصرف المغطى - الذى كان يتطلب تخطيط مسارات أنابيب الصرف بميول وإنحدارات محددة - لذلك فقد كان ذلك يتطلب خرائط توضح تفاصيل المعالم فى الأرضى الزراعية وميول وإنحدارات تلك الأرضى بدرجة من الدقة أكبر مما يتوافر فى الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ المتاحة فى ذلك الوقت . وقد تقرر أن الخرائط الكنتورية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ وبفاصل كنتورى ربع متر يمكن أن تحقق هذا الغرض .

وعندما بدأ التفكير - فى أوائل الثمانينات - فى تنفيذ مشروع تطوير الري - والذى كان يعتمد أساسا على تسوية سطح الأرضى الزراعية - تسوية دقيقة - كما يتطلب توضيح المعالم فى تلك الأرضى - وخاصة مجارى الري بدرجة كافية من الدقة - فقد كانت تلك الخرائط مقياس ١ : ١٠٠٠٠ كافية لكى تحقق متطلبات تخطيط وتنفيذ مشروع تطوير الري - خصوصا فى السنوات الأولى للمشروع . وقد كانت هذه الخرائط تتم على الأسس الفنية الموضحة فيما يلى :

أولا : مقياس رسم الخرائط

خرائط كنتورية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ وبفاصل كنتورى ربع متر .

ثانيا : تاريخ إنشاء الخرائط

بدأ إنشاء هذه الخرائط مع تنفيذ مشروع الصرف المغطى فى الأرضى الزراعية فى أواخر الستينات ولا زالت تنشأ حتى الآن .

ثالثا : أسلوب إنتاج الخرائط

١ - تصغير الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠ بالتصوير الدقيق إلى مقياس ١ : ١٠٠٠٠ (كل ١٦ خريطة مقياس ١ : ٢٥٠٠ يتم تجميعها ثم تصغيرها إلى واحدة مقياس ١ : ١٠٠٠٠) .

٢ - مراجعة الخرائط المصغرة حقليا فى الطبيعة وتحديث المعالم فيها .

٣ - إجراء قياسات حقلية للميزانية فى منطقة الخرائط وبدقة تسمح برسم فاصل كنتورى قيمته ربع متر .

٤ - رسم الخرائط المجدد عليها وإضافة قياسات الميزانية ورسم خطوط الكنتور كل ربع متر . وإعداد هذه الخرائط مقياس ١ : ١٠٠٠٠ وبفاصل كنتورى ربع متر .

رابعاً : استخدامات هذه الخرائط

تتوافر في هذه الخرائط جميع مواصفات ومتطلبات تصميم مسارات وإنحدارات أنابيب الصرف المغطى كما أستخدمت هذه الخرائط خلال الثمانينات في تصميم مشروعات تطوير الري التي تعتمد أساساً على تسوية دقيقة للأراضي الزراعية وتطوير مجارى الري - وذلك حتى أوائل التسعينات عندما أستخدمت خرائط أكثر صلاحية لهذا الغرض تم إنشاؤها من خلال مشروع تطوير الري (IMS).

٢-٤-٧ خرائط المسح الهيدروجرافى لمجرى النيل

فى أواخر الثمانينات تطلبت دراسات التغير فى مجرى النيل - وبعد إنشاء السد العالى - إجراء مسح هيدروجرافى لقاع النهر وشواطئه من أسوان إلى البحر المتوسط . وقد أعدت مواصفات هذه الخرائط بمعرفة مركز البحوث المائية - وقامت شركة متخصصة بتنفيذ هذا المسح الذى تم على الأسس الفنية التالية :

أولاً : مقياس رسم الخرائط

خرائط كنتورية لقاع النيل وشاطئيه بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ و فاصل كنتورى نصف متر .

ثانياً : تاريخ إنشاء الخرائط

تم إنشاء هذه الخرائط الهيدروجرافية فيما بين ١٩٨٠ و ١٩٨٢ .

ثالثاً : أسلوب إنتاج الخرائط

أستخدم فى إنتاج هذه الخرائط أسلوب المسح الحقلى لتحديد موقع نقط الجسات على سطح الماء بإستخدام أجهزة القياس الإلكترونى للزوايا والأطوال من الشاطئء وتحديد عمق النهر تحت الماء بإسلوب الجسات - كما تم مسح الشواطئء على الجانبين بإسلوب رسم الخرائط من الصور الجوية .

رابعاً : استخدامات هذه الخرائط

تتوفر فى هذه الخرائط جميع متطلبات تسجيل طبوغرافية قاع النهر وشواطئه فى تاريخ إنشاء هذه الخرائط وبالتالي التعرف على كميات التغير فى طبوغرافية القاع والشواطئء نتيجة لعمليات النحر والترسيب - كما أنها تشكل الأساس الذى تنشأ بموجبه الخرائط الملاحية للنهر .

٣-٤-٧ الخرائط الخاصة بمشروعات حماية الشواطئء

فى أوائل الثمانينات بدأت هيئة حماية الشواطئء دراساتاً للشواطئء الشمالية للدلتا وإعداد مشروعات الحماية لتلك الشواطئء لذلك فقد أنشئت خرائط كنتورية مقياس ١ : ٥٠٠٠ لشواطئء الدلتا تغطى مسافة واحد كيلو متر من أرض الشاطئء مع ٣٠٠ متر داخل المياه - وقد أنشئت هذه الخرائط على الأسس الفنية الموضحة فيما يلى :

أولاً : مقياس رسم الخرائط

خرائط كنتورية مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠ بفاصل كنتورى نصف متر .

ثانياً : تاريخ إنشاء هذه الخرائط

تم إنشاء هذه الخرائط فى عام ١٩٨٥ .

ثالثا : أسلوب إنتاج هذه الخرائط

يستخدم فى إنتاج هذه الخرائط أسلوب المسح من صور جوية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ لإنتاج خرائط لمنطقة الساحل الشمالى بين بور سعيد وحتى الإسكندرية بمقياس ١ : ٥٠٠٠ بفاصل كنتورى نصف متر تغطى من الساحل بعرض ١٠٠٠ متر من الشاطئ بالإضافة إلى ٣٠٠ متر داخل مياه البحر .

رابعا : استخدامات هذه الخرائط

تتوفر فى هذه الخرائط جميع متطلبات تسجيل طبوغرافية شواطئ البحر فى تاريخ إنشاء هذه الخرائط وبالتالى التعرف على التغيير فى الشاطئ كما أنها تشكل الأساس الذى يتم بموجبه دراسة النحر والترسيب .

٧-٥ التطورات الحديثة وإستخدام الخرائط الرقمية والخرائط المصورة العمودية ونظم المعلومات الجغرافية - وتأثير ذلك على إحتياجات مشروعات الري والصرف

كانت البيانات المساحية التى يتطلبها تخطيط مختلف المشروعات - ومنها مشروعات الري والصرف - تتوافر للمخطط فى شكل الخريطة المساحية بأنواعها - كما ذكر فى الفصول السابقة .

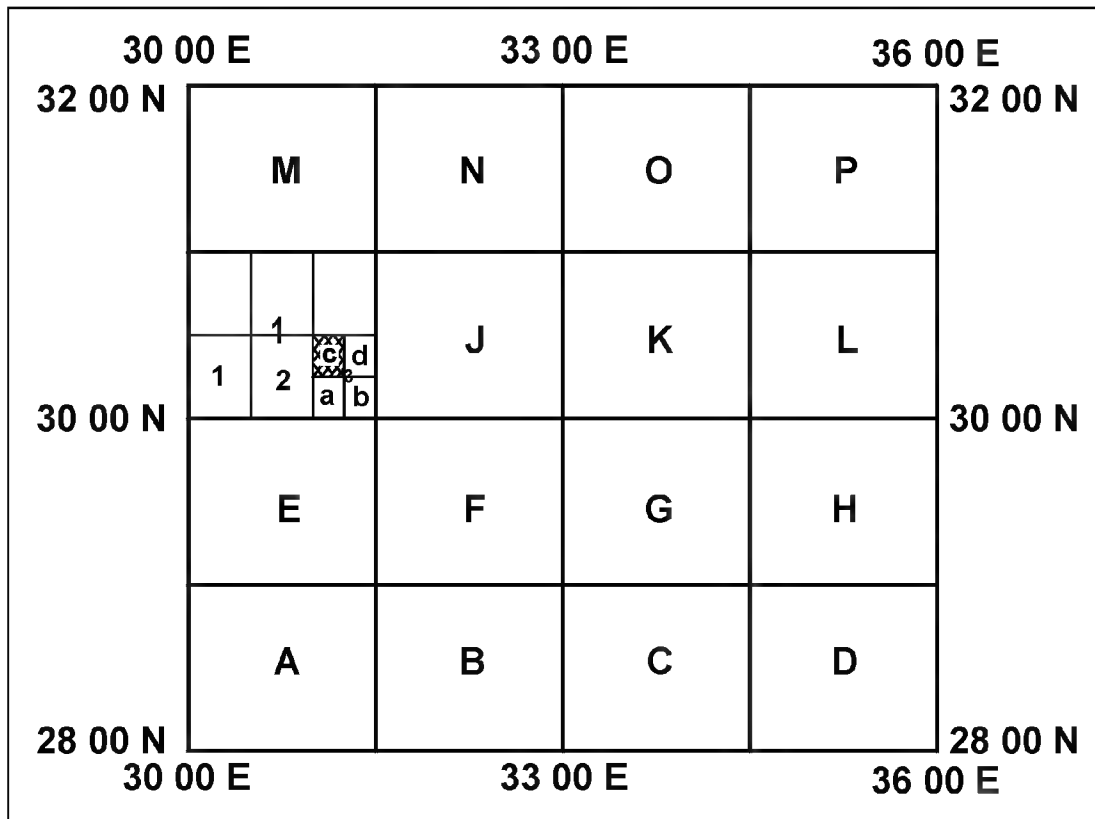
ومع التوسعات الكثيرة فى إستخدامات الحاسبات الآلية وأجهزة القياس والرسم الإلكترونية - ومع التطورات السريعة والمتلاحقة فى نظم تخطيط المشروعات وأساليب العمل المساحى - ومع إستخدام نظم المعلومات الآلية - ومع التوسع فى إستخدام التصوير الجوى والتصوير بالأشعة تحت الحمراء وغيرها - وما صاحب ذلك من التحول إلى نظم الخرائط الرقمية والخرائط المصورة العمودية فقد أصبح لزاما أن تتغير المفاهيم بالنسبة لمتطلبات مشروعات الري والصرف من البيانات المساحية - وأصبح على المخطط - مهندس الري والصرف - أن يزود الكمبيوتر بالمعلومات (البيانات) المساحية الأساسية - إما من خلال البيانات المتاحة حاليا فى شكل خرائط رقمية أو قاعدة بيانات مساحية طبوغرافية وكدستراتية عن المنطقة المطلوب تخطيط المشروع فيها - أو من خلال تحويل الخرائط الخطية المتاحة إلى الشكل الرقمى Digitizing - وتزويد الكمبيوتر بها .

٧-٥-١ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠

تطورت أساليب التصوير المساحى وأساليب إنشاء الخرائط المساحية من الصور وإزدادت دقتها بشكل كبير وتعددت نوعياتها .

ومن أهم تطبيقات هذا الأسلوب فى مصر - هو إنتاج سلسلة جديدة من الخرائط الطبوغرافية الأساسية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ من المقرر أن تغطى كافة أراضي الدولة - لتحل محل السلسلة القديمة من مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ (الفقرة ٧-٣-٣) - والتى مازالت تستخدم فى بعض مناطق الدولة .

وتنشأ هذه السلسلة من الخرائط الجديدة - على الأسس الفنية التالية :



شكل رقم (٧ - ١) ترقيم الخريطة ١ : ٥٠,٠٠٠ المهشرة هو NH36-1 3c

الشكل رقم (٧ - ١) يبين الخريطة ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠ التى رقمها NH36 وهى تغطى ٤ درجات خطوط عرض فى ٦ درجات خطوط طول التى تقسم إلى ١٦ خريطة مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ مرقمة من a إلى p ومثال ذلك الخريطة رقم NH36-I ثم تقسم كل خريطة ١ : ٢٥٠,٠٠٠ إلى ٦ خرائط مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ وتقسم كل خريطة ١ : ١٠٠,٠٠٠ إلى أربعة خرائط مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ ويكون رقم الخريطة ١ : ٥٠,٠٠٠ NH36-1 3c .

أولاً: مقياس رسم الخرائط

١ : ٥٠,٠٠٠ من تصوير جوى مقياس ١ : ٨٠,٠٠٠ فى الصحارى و ١ : ٤٠,٠٠٠ فى بعض المناطق فى الوادى المنزرع .

ثانياً: تاريخ إنشاء الخرائط

بدأ إنشاء هذه الخرائط فى الصحراء الشرقية وبعض مناطق الوجه القبلى فى أواخر الثمانينات - وإمتد إلى بعض محافظات الوجه البحرى فى منتصف التسعينات .

ثالثاً: أسلوب إنتاج الخرائط

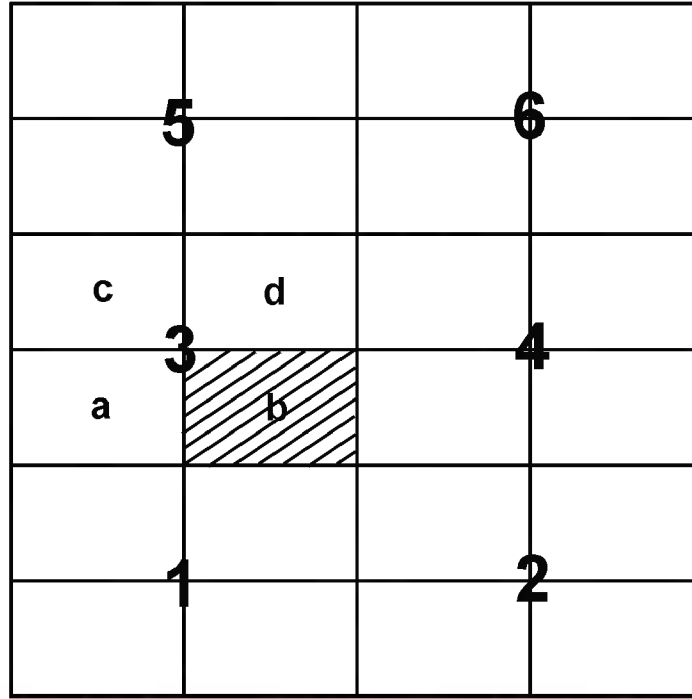
يستخدم فى إنشاء هذه الخرائط - أسلوب المسح من الصور الجوية Photogrammetry - كما يستخدم أسلوب الرصد على الأقمار الصناعية GPS - فى تحديد نقط الربط الحقلية فى الصور .

رابعاً : إستخدامات هذه الخرائط

تتوافر فى هذه الخرائط جميع متطلبات التخطيط العام لمشروعات الري والصرف - كما تستخدم فى تحديد زمامات الترع والمصارف .

٢-٥-٧ الخرائط المصورة العمودية Orthophoto

نوعية أخرى من الخرائط التى تستنتج من الصور - وهى عبارة عن صور مقومة دقيقة المقياس وتشمل جميع المعالم الطبوغرافية مع إضافة شبكية الخرائط ونقط المناسيب وخطوط الكنتور - ويمكن أن تحل هذه السلسلة من الخرائط المصورة محل السلسلة من الخرائط الخطية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ القديمة (فقرة ٢-٣-٧) - والتى لا زالت تستخدم فى الوادى المنزرع .



شكل رقم (٢-٧) ترقيم الخريطة ١ : ١٠٠٠٠ المهشرة هو NH36-13c -3b

تعتمد الخرائط فى ترقيمها على ترقيم الخرائط مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ وتغطى كل خريطة مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ مساحة قدرها ١٥ × ١٥ كيلو متر وتقسم إلى ٢٤ خريطة مقياس ١ : ١٠,٠٠٠ وتغطى كل خريطة مساحة من الأرض تساوى ٣,٧٥ × ٢,٥ كيلو متر والشكل رقم (٢-٧) يبين تقسيم الخريطة ١ : ٥٠,٠٠٠ إلى ٢٤ خريطة ١ : ١٠,٠٠٠ ويبين أن الخريطة ١ : ١٠,٠٠٠ المهشرة يكون رقمها NH36-13c -3b .

وتنشأ هذه النوعية من الخرائط على الأسس الفنية التالية :

أولاً : مقياس رسم الخرائط

١ : ١٠٠٠٠ من صور جوية مقياس ١ : ٤٠٠٠٠ .

ثانيا : تاريخ إنشاء الخريطة

بدأ إنشاء هذه الخريطة فى مصر منذ عام ١٩٩٢ .

ثالثا : أسلوب إنتاج هذه الخرائط

يتم إنتاج الخريطة المصورة العمودية من صور رقمية مقومة بالطرق الفوتوجرافية تضبط على نقط الربط الحقلية - ويتم الحصول على الصور المقومة بتحويل الصور التقليدية مقياس ١ : ٤٠٠٠٠ إلى رقمية ويضاف إلى الصورة الشبكة الكيلومترية والأسماء الجغرافية وبيانات الهوامش لإنتاج الخريطة المصورة العمودية .

رابعا : استخدامات الخرائط المصورة العمودية

تعتبر هذه النوعية من أسرع أساليب إنشاء الخرائط ولذلك فإنه يمكن اللجوء إليها فى تغطية الاحتياجات الملحة للخرائط - وتوافر تلك النوعية من الخرائط يتيح إستخدامها فى كل المشروعات التى تحتاج إلى خرائط مقياس ١ : ١٠٠٠٠ - مثل :

- ١ - تحديد زمامات الترع والمصارف .
- ٢ - تحديد مساحات الأراضى المنزرعة .
- ٣ - حساب مكعبات الحفر والردم بإستخدام نموذج سطح الأرض .
- ٤ - تستخدم هذه الخرائط فى شكلها الرقمى - كقاعدة بيانات فى نظم المعلومات الجغرافية .

٣.٥.٧ الخرائط الرقمية Digital Maps

نوعية جديدة من الخرائط المساحية - تتلائم مع عصر المعلومات ومع نظم المعلومات الجغرافية - وتسمح بالعديد من المميزات والتى منها الحصول على طبعات مستقلة للخريطة الواحدة مثل :

- ١ - مجموعة معالم المجارى المائية .
 - ٢ - مجموعة الطرق والسكك الحديدية .
 - ٣ - مجموعة المرافق والخدمات .
 - ٤ - مجموعة المناطق الزراعية وغيرها .
- يمكن الحصول على الخريطة الخطية من بيانات الخريطة الرقمية - بمقاييس مختلفة - مع مراعاة الدقة المطلوبة فى كل مقياس .
- تحديث المعالم فى الخريطة بسهولة .
- إستخدامها كقاعدة بيانات رقمي لنظم المعلومات الجغرافية .

وتنتج هذه الخرائط - فى مصر - بإسلوبين أساسيين - الأول أسلوب رسم الخرائط من الصور الجوية - والثانى أسلوب القياسات الحقلية الكاملة .

١.٣.٥.٧ الخرائط الرقمية الطبوغرافية

وتحتوى هذه الخرائط على بيانات للمعالم الطبوغرافية مثل المجارى المائية وشبكات الطرق والسكك الحديدية والمناطق السكنية والمرافق والخدمات التى فوق سطح الأرض - كما توضح تضاريس وطبوغرافية الأرض بواسطة نقط المناسيب وخطوط الكنتور .

ويتم إنتاج هذه الخرائط على الأسس الفنية التالية :

أولاً : مقياس رسم الخرائط

تنتج هذه الخرائط حالياً - فى مصر بمقياس ١ : ٢٥٠٠ ومن صور جوية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ - ويمكن تصغير هذه الخرائط وإخراجها بمقياس ١ : ٥٠٠٠ .

ثانياً : تاريخ إنشاء الخرائط

بدأ إنشاء هذه الخرائط - لأول مرة فى مصر فى عام ١٩٩٢ .

ثالثاً : أسلوب إنتاج هذه الخرائط

- ١ - تستخدم أجهزة المسح الجوى التحليلية فى تجميع بيانات المعالم من الصور الجوية فى شكل نقاط وخطوط وإحداثيات لكل منها بالإضافة إلى كود يبين هذه المعالم - وتجمع هذه البيانات فى ملف File داخل الحاسب الآلى .
- ٢ - يتم توقيع البيانات المشار إليها فى صورة خرائط خطية تجرى مراجعتها وتحقيقها حقلياً من حيث صحة المعالم ومن حيث إستكمالها .
- ٣ - تستخدم حزم برامج خاصة لإخراج الخريطة فى صورتها النهائية حيث توضع البيانات الرقمية فى صورة قاعدة بيانات تحتوى على كل المعالم التى تظهر على الخريطة .
- ٤ - تسجيل الأسماء الجغرافية فى طبقة مستقلة لتضاف إلى بيانات الخريطة .
- ٥ - تعد الخريطة بعد ذلك إما للطباعة فى صورة ورقية أو يتم التعامل عليها فى صورة رقمية .

رابعاً : استخدامات هذه الخرائط

تستخدم هذه الخرائط فى جميع المجالات التى تستخدم فيها الخرائط الخطية العادية (الفصل ٧-٣ ، ٧-٤) - مع فارق سهولة وتعدد مجالات ودقة الإستخدام فى هذه النوعية من الخرائط .

٧-٣-٥-٢ الخرائط الرقمية الكدستريالية Digital Cadastral Maps

تظهر هذه النوعية المتطورة من الخرائط التفصيلية أشكال وحدود الأحواض وحدود زمامات القرى والمراكز والمحافظات - كما تظهر شبكات الري والصرف وشبكات الطرق والسكك الحديدية - المحددة كمنافع عامة طبقاً لمشروعات نزع الملكية - كما تحدد تلك الخرائط المناطق السكنية كبلوكات ما عدا المباني العامة التى تظهر منفصلة بحدودها - وذلك على غرار تلك الخرائط الخطية التى تنتج بالأسلوب القديم (٧-٣-١) .

ويرفق بهذه الخريطة سجلات ودفاتر تحتوى على البيانات الخاصة بقطع الأرضى - مواقعها - مقاسها - مسطحها - أسماء ملاكها ومستندات ملكياتها .

وقد كانت هذه السجلات تعد فى شكل إستمارات ورقية ودفاتر (دفتر مساحة) - وأصبحت تعد - الآن - فى شكل بيانات رقمية تشكل مع بيانات الخريطة الرقمية - قاعدة بيانات كدستريالية فى الكمبيوتر .

وتنشأ هذه الخرائط على الأسس الفنية التالية :

أولاً : مقياس رسم الخرائط ١ : ٢٥٠٠

ثانياً : تاريخ إنشاء هذه الخرائط

بدأ تطبيق هذا الأسلوب فى إنشاء الخرائط الكدستريالية فى بعض المحافظات فى عام ١٩٩١ .

ثالثاً : أسلوب إنتاج الخرائط

يتم إنتاج هذه الخرائط بأسلوب المسح الأرضى الكامل وباستخدام الأجهزة الإلكترونية الحديثة لقياس الزوايا والأطوال (Total Station) وأجهزة الرصد على الأقمار الصناعية (GPS) . وذلك لتحديد إحداثيات نقط أركان الحدود ونقط رفع المعالم الطبوغرافية - كما يتم تجميع بيانات عن قطع الملكيات من الملاك - وتعالج هذه البيانات المساحية باستخدام الحاسبات الآلية لإنتاج خرائط خطية تتم مراجعتها حقلياً - وتحسب مساحات قطع الملكيات - ثم تجمع جميع البيانات فى قاعدة بيانات دفتر المساحة .

رابعاً : استخدامات هذه الخرائط

تعتبر هذه الخريطة مع السجلات الملحقة بها هامة جداً بالنسبة لمخطط مشروعات الري والصرف إذ أن قاعدة البيانات الرقمية لتلك الخرائط وسجلاتها تعتبر كأساس لنظام المعلومات الجغرافية - الذى يوفر للمخطط التعرف على نوعيات وقيم الأراضي التى يمر بها المشروع وما يتطلبه من تنفيذ مشروعات نزع الملكية - وذلك علاوة على البيانات المساحية .

٧-٥-٤ نظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographical Information Systems

نظام المعلومات هو إطار يشمل عمليات تجميع وإدارة وتحليل وعرض البيانات - وقد كانت نظم المعلومات فى الماضى - تتكون من قوائم (كشوف) وسجلات (دفاتر) وكروت وفهارس وخرائط خطية - وكانت هذه البيانات تتم إدارتها والتعامل معها بطرق يدوية أو ميكانيكية .

وبظهور الكمبيوتر والتوسع فى استخداماته - أصبح من الممكن خلق نظم معلومات آلية - أكثر تعقيداً - وبأنواع متعددة منها نظام المعلومات الجغرافى (GIS) وهو الذى يستعمل بغرض تجميع وإدارة وتحليل واستخدام المعلومات المتعلقة بالأرض أو بجزء منها . ويمكن من خلاله أن يتاح أربع نوعيات من الإمكانات :

- ١ - تجميع البيانات : وهى البيانات المكتوبة أو البيانات الخرائطية التى يمكن جمعها من قياسات حقلية أو من صور جوية أو من الخرائط فى صورتها الورقية .
- ٢ - الإدخال : وهو إدخال البيانات - بعد تجميعها - إلى الحاسب الآلى وترتيبها فى صورة قواعد بيانات .
- ٣ - معالجة وتحويل البيانات : ويقصد بها تحويل البيانات (الخام) بواسطة حزم برامج مختلفة - إلى معلومات أكثر فائدة .
- ٤ - المخرجات : وهى الصورة التى تخرج عليها المعلومات وهى إما فى صورة رسومات وخرائط فى أشكال مختلفة أو فى صورة تقارير مكتوبة .

وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية متعددة وتشمل مجالات مختلفة - ومنها نظام معلومات الأرض (LIS) Land Information System - وأفضل مصدر لهذا النظام هو بيانات الخرائط الكدستريالية . وهو الأداة أو الوسيلة لإتخاذ قرارات بخصوص ملكيات الأرضى وإدارتها وأقتصادياتها - كما أنه يعتبر أداة مهمة فى التخطيط والتنمية . والمبدأ الأساسى فى هذا النظام هو أن يكون تخزين هذه البيانات منسوباً لنظام أسطح المقارنة (نظام إحداثيات) متجانس .

إستخدامات نظم المعلومات الجغرافية فى أعمال وزارة الموارد المائية والرى :

- ١ - من بين تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية فى أعمال الأشغال العامة هو إعداد قاعدة بيانات تحتوى على معظم المعلومات الدقيقة لتفاصيل الطبيعة ومجارى الرى والصرف ونوعية التربة وتصنيف المحاصيل الرئيسية - تلك المعلومات التى تتوافر من تفسير الصور من التصوير الجوى بإستخدام الأشعة تحت الحمراء Infra - Red .
- ٢ - تحديد زمامات الترع والمصارف .
- ٣ - قواعد البيانات الرقمية للخرائط الكدستريالية والطبوغرافية - إذا أضيف إليه البيانات الخاصة بالمياه والبيانات الخاصة بالأراضى والتربة والزراعات - فإنه يمكن أن تتكامل المعلومات المطلوبة لتوافر العناصر التى تحقق التخطيط الأكثر صلاحية .

المراجع

- 1 – J.H. Cole, Geodesy in Egypt, Suvey of Egypt, 1944.
- 2 – J.H. Cole, 1939 : Revision of First Order Levelling in Lower Egypt, Survey of Egypt, 1939.
- 3 - Captain H.G. Lyons : The Cadastral Survey of Egypt, 1892 – 1907.
- 4 - G.W. Murry, : The Survey of egypt, 1898 – 1948.
- 5 - تقارير الأعمال السنوية فى مصلحة المساحة - مطبوعات مصلحة
- 6 - تقارير ومواصفات الأعمال السنوية من خلال مشروع تطوير نظم الري- فرع المساحة والخرائط بالهيئة المصرية العامة للمساحة